



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF
ENVIRONMENTAL PROTECTION

RYCHLEROSTOUCÍ DŘEVINY JAKO OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

FAST-GROWING TREES AS A RENEWABLE ENERGY SOURCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VERONIKA ŽVAKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF KOTLÍK, CSc.

BRNO 2015



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	FCH-BAK0782/2013	Akademický rok: 2014/2015
Ústav:	Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí	
Student(ka):	Veronika Žvaková	
Studijní program:	Chemie a chemické technologie (B2801)	
Studijní obor:	Chemie a technologie ochrany životního prostředí (2805R002)	
Vedoucí práce	Ing. Josef Kotlík, CSc.	
Konzultanti:		

Název bakalářské práce:

Rychlerostoucí dřeviny jako obnovitelné zdroje energie

Zadání bakalářské práce:

Charakteristika rostlinné biomasy pro energetické účely
Rychlerostoucí dřeviny z hlediska biologické diverzibility a krajinné ekologie
Technologie zpracování jednotlivých částí rostlin

Termín odevzdání bakalářské práce: 22.5.2015

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Veronika Žvaková
Student(ka)

Ing. Josef Kotlík, CSc.
Vedoucí práce

prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.
Ředitel ústavu

V Brně, dne 30.1.2015

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá biomasou jako obnovitelným zdrojem energie. Hlavním tématem jsou rychle rostoucí dřeviny a jejich efekt na biologickou diverzitu, místní ekosystém a krajinnou ekologii. Byl proveden literární průzkum zaměřený na využití tohoto druhu biomasy v České republice. Práce zkoumá metody pěstování a zpracování rychle rostoucích dřevin.

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on biomass as a renewable energy sources. The main topic is fast growing trees and their effects on biological diversity, the local ecosystem and landscape ecology. Literature survey was conducted regarding using this kind of biomass in the Czech Republic. Thesis reviews technological methods of cultivation and treatment of fast growing trees.

KLÍČOVÁ SLOVA

Biomasa, rychle rostoucí dřeviny, topol, plantáž, biodiverzita, epigeičtí brouci.

KEYWORDS

Biomass, fast-growing trees, poplar, plantation, biodiversity, epigeic beetles.

ŽVAKOVÁ, V. Rychlerostoucí dřeviny jako obnovitelné zdroje energie. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2015. 53 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Josef Kotlík, CSc..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

Poděkování:

Ráda bych tímto poděkovala mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Josefu Kotlíkovi CSc. za ochotu, vedení a odbornou pomoc. Dále bych ráda poděkovala mému partnerovi a přátelům za rady a podporu.

Obsah

1	Úvod	7
2	ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ROSTLINNÉ BIOMASY	8
2.1	Co je Biomasa	8
2.2	Zpracování biomasy	9
2.2.1	Termochemická konverze (suché procesy)	9
2.2.1.1	<i>Přímé spalování</i>	9
2.2.1.2	<i>Karbonizace</i>	10
2.2.1.3	<i>Pyrolýza</i>	10
2.2.1.4	<i>Zplyňování</i>	11
2.2.2	Katalytické zkapalňování (hydrolyza)	12
2.2.3	Anaerobní fermentace	12
2.2.3.1	<i>Mokrý způsob fermentace</i>	12
2.2.3.2	<i>Suchá fermentace</i>	13
3	LEGISLATIVA PRO CÍLENÉ PĚSTOVÁNÍ ENERGETICKÝCH DŘEVIN	13
3.1	Energetické plodiny a zákon č. 114/1992 Sb.,	13
3.2	Zákon 219/2003 Sb § 25, odst. (1) – (4), (6)	13
3.3	Změna kultury pozemku	14
4	OBECNĚ O RYCHLE ROSTOUCÍCH DŘEVINÁCH	14
4.1	Dřeviny vhodné pro pěstování v ČR	16
4.2	Způsob pěstování RRD - výmladkové plantáže	16
4.3	Podmínky stanoviště	16
4.3.1	Půdní a klimatické podmínky	16
4.3.2	Technické a technologické podmínky	17
5	Ekologický význam pěstování RRD	17
5.1	Vliv na půdu	18
5.2	Vliv na mikroklima	18
5.3	Meliorační procesy	19
5.4	Zábrany proti hluku	19
5.5	Zábrany proti větru	19
6	BIODIVERZITA VÝMLADKOVÝCH PLANTÁŽÍ	20
6.1	Metody studia biodiverzity	21
6.1.1	Metoda zemních pastí	23
6.1.2	Střevlíkovití	22
6.1.3	Drabčíkovití	23
6.2	Vliv opláštění plantáží na biodiverzitu	24

7	PRŮBĚH PĚSTOVÁNÍ RRD	24
7.1	Výběr dřevin	25
7.2	Rajonizace doporučených klonů RRD	25
7.3	Výběr lokality	26
7.3.1	Když je stanoviště dáno	26
7.3.2	Pokud je možno vybrat stanoviště	26
7.4	Předsatební příprava pozemku	26
7.4.1	Příprava sadebního materiálu	27
7.5	Založení plantáže	27
7.5.1	Ruční výsadba	27
7.5.1.1	<i>Vertikální výsadba</i>	27
7.5.1.2	<i>Horizontální výsadba</i>	27
7.5.2	Mechanická výsadba	28
7.5.2.1	<i>Sazečka jednořádková</i>	28
7.5.2.2	<i>Dvouřádková sazečka</i>	28
7.5.3	Schéma a tvar výsadby	29
7.5.4	Založení matečnice	29
7.6	Údržba plantáže	30
7.6.1	Ochrana proti plevelům	30
7.6.2	Ochrana proti okusu zvěří	31
7.6.3	Hnojení a zalévání	31
7.6.4	Využití čistírenských kalů na výmladkových plantážích	31
7.7	Sklizeň plantáže	32
7.7.1	Štěpkovače	33
7.7.2	Drtiče	34
7.7.3	Svazkovače těžebních zbytků	34
7.7.4	Sušení a uskladnění	34
7.8	Výhřevnost štěpky	35
7.9	Opláštění plantáže	35
7.10	Rušení plantáže	35
8	Škodliví činitelé ve výmladkových plantážích	36
8.1	Škůdci	36
8.2	Choroby	36
9	ŽÁVĚR	38
10	SEZNAM ZDROJŮ	39
11	Seznam zkratk a symbolů	47
12	PŘÍLOHY	48

1 ÚVOD

Již před desítkami tisíc let se člověk naučil rozdělat oheň a začal používat biomasu na získání energie. Dlouhou dobu byla sluneční energie a spalování biomasy jediným zdrojem, který jsme znali. V dnešní době, po průmyslové revoluci, jsem ale závislý na těžbě a zpracovávání fosilních paliv. Je již nevyhnutelné zamýšlet se čím nahradíme tyto paliva, jejichž zásoby jsou omezené a budou v ne příliš vzdálené budoucnosti vyčerpány. Další důvod vedoucí k rozvoji alternativních zdrojů energie je, že většina zásob se nachází na územích nepříliš politicky stabilních, což může také v budoucnu čerpání těchto paliv omezit nebo dokonce znemožnit.

Za jeden z perspektivních OZE (obnovitelných zdrojů energie) je dnes považována biomasa. V porovnání s fosilními palivy je obnovitelná, poskytuje řadu dalších produktů využitelných v průmyslu a produkuje minimum emisí. Technologie pěstování a sklizně jsou již dnes velmi dobře rozvinuté a výkon je celkem přizpůsobitelný našim potřebám. Další výhodou je možnost využití půdy, která leží ladem. Biomasa sice svým ročním světovým potenciálem převyšuje desetkrát objem produkce ropy a zemního plynu, ale podíl využití OZE je stále velmi malý. [1]

Jedním z velmi ceněných a kvalitních druhů biomasy je dřevo. Lesy produkující dřevo však rostou velmi pomalu, a proto z ekonomického hlediska je rozvoj takového získávání biomasy nemožný. Byly tedy vyšlechtěny stromy, které produkují biomasu mnohem rychleji, jsou to tzv. rychle rostoucí dřeviny. Pěstování rychle rostoucích dřevin v krajině České republiky není prozatím dostatečně rozvinuto. Je potřeba se tedy zabývat výhodami a nevýhodami takového pěstování hlavně z ekologického hlediska, protože vyšlechtěné druhy nejsou v naší krajině domácí.

Tato práce studuje možnosti pěstování a zpracování těchto dřevin, ale i vliv pěstování na krajinu a místní ekosystém.

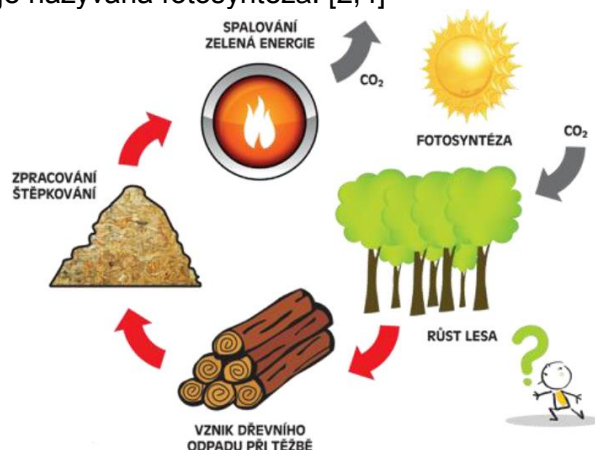
2 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ROSTLINNÉ BIOMASY

2.1 Co je Biomasa

Biomasa je nazývána veškerá organicky vzniklá hmota. Pro energetické účely jsou využívány hlavně dřevo, dřevní odpad a jiné rostliny vhodné pro spalování. Jsou to produkty zemědělství popřípadě zbytky těchto produktů, ale také rostliny speciálně pěstované pro energetické využití. [2,3]

Podle zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů č. 180/2005 Sb. je biomasa biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů, ale také zbytků ze zemědělství, z provozu lesů a také průmyslu, dále produktů pěstovaných pro energetické využití a biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu.

Biomasa tedy vzniká biologicky, je obnovitelná a je neutrálním zdrojem z hlediska uhlíku. To znamená, že oxid uhličitý spotřebovaný na tvorbu biomasy se spálením uvolňuje zpět do atmosféry. Pro produkci biomasy je využívána světelná energie, kterou rostliny zachycují v chlorofylu a spotřebovávají na produkci sacharidů a následně bílkovin. Tato chemická reakce je nazývána fotosyntéza. [2,4]



Obrázek 1: Schéma uzavřeného cyklu CO₂ při spalování biomasy [5]

Biomasu rozdělujeme na několik druhů podle vzniku a původu:

- Zemědělská biomasa – fytomasa, to jsou cíleně pěstované energetické plodiny, jejichž využití je primárně pro energetické účely, trvalé travní porosty, cíleně pěstované energetické dřeviny (pěstované mimo lesní půdu) a rostlinné zbytky ze zemědělské výroby.
- Lesní biomasa – Dendromasa je palivové dříví a zbytky z lesního hospodářství (piliny, odřezky ...).
- Zbytková biomasa – vedlejší produkty a zbytky z papírenského, potravinářského a ostatního průmyslu. Také lihovarské zbytky, čistírenské kaly a různé druhy biomasy vznikající při zpracování primárních zdrojů. [6]

Tabulka 1: Výhody a nevýhody biomasy [5]

Výhody	Nevýhody
Snadná dostupnost - místní zdroj.	Většinou nižší výhřevnost než u konvenčních paliv
Relativně dostupná cena.	Větší nároky na skladovací prostory a vhodnou vlhkost spalovaného materiálu
Dokonalé využití – konečný produkt po spalování jako např. hnojivo.	Větší nároky na rozměry kotle i kotelny.
Uzavřený cyklus CO ₂ (viz. obrázek č.1)	Složitější manipulace než např. s plynovým či elektrickým topením.
Využití nevhodné půdy pro pěstování plodin pro potravinářské účely, či půdy „nadbytečné“.	Nutnost likvidace popela.
Možnost dotační podpory	Občasné problémy s opravami kotlů – dosavadní menší zkušenosti než u ostatních druhů.

2.2 Zpracování biomasy

Rostlinná biomasa je jediný zdroj z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE (OZE), který produkuje kyslík. Využití biomasy nemusí být pouze na spalování, hmota dřeva je využívána také pro výrobu kompostů, farmaceutický průmysl, výrobu materiálu na obaly, nábytek, izolační stavební desky, pro rozšíření ploch na pěstování a prodej sadebního materiálu. [2]

2.2.1 Termochemická konverze (suché procesy)

Mezi termochemické procesy patří spalování, karbonizace, pyrolýza a zplyňování biomasy.

Tabulka 2: Termochemické procesy [7]

Proces přeměny biomasy	Produkty
Spalování	Tepelná energie, pára
Karbonizace	Dřevěné uhlí
Pyrolýza	Pyrolýzní olej
	Plyn
Zplyňování	Plyn

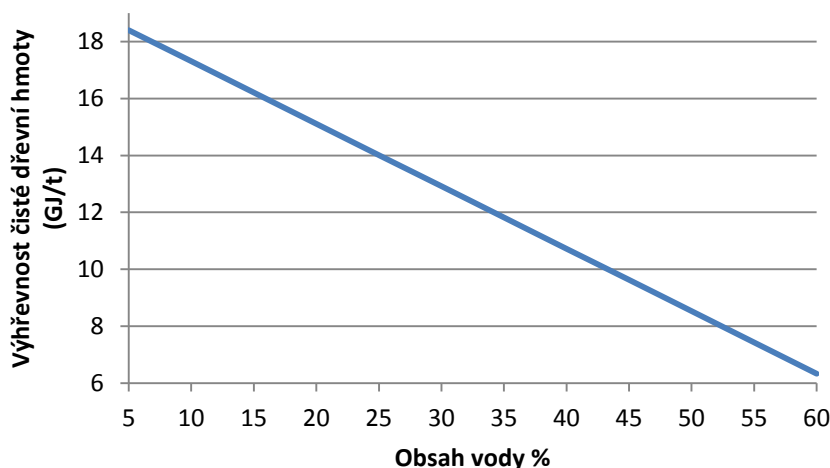
2.2.1.1 Přímé spalování

Termická přeměna (oxidace), tedy spalování biomasy za dostatečného přístupu kyslíku je nejčastějším a základním využitím biomasy. Produkt, tepelná energie, se dále využívá na vytápění, technologické procesy nebo na výrobu elektrické energie. Je nutné zajistit optimální podmínky spalování a čištění výstupných spalin. Ve spalinách je potřeba kontrolovat emise oxidu uhelnatého a tuhých látek, někdy i emise oxidu dusíku a organických látek. [8]

Tabulka 3: Jednotlivé fáze spalování [9]

Fáze spalování	Popis procesu
Sušení	Při tomto procesu je snižován obsah vody a biomasa se začíná zahřívat
Pyrolýza	Při dosažení určité zápalné teploty a dostatečného přístupu vzduchu se uvolňuje spalné teplo a materiál se rozkládá a uvolňují se hořlavé plyny, destilační produkty a zuhelnatělé zbytky. Pyrolýza probíhá samovolně, pokud materiál není vlhký.
Spalování plynné složky	Spalování plynných složek prodlužuje plamen a zvyšuje teplotu plynných spalin.
Spalování kapalných složky	Při dostatečném přístupu kyslíku dohořívají pevné látky, kdy vzniká CO, který se dále oxiduje na CO ₂

Pokud porovnáme výhřevnost biomasy s dřevěným uhlím, je srovnatelná. U těchto rostlinných paliv však hraje důležitou roli vlhkost. Právě sklizené (vytěžené) dřevo má vlhkost kolem 60 %. Pokud dřevo necháme pořádně proschnout (asi ½ – 1 rok) sníží se jeho vlhkost na 20 %. [10]



Obrázek 2: Závislost výhřevnosti *Topolus populus nigra L. x populus maximowiczii Jap-104* na obsahu vody [11]

Spalování biomasy je málo efektivní způsob pro získávání tepla, přesto je stále hojně využíván.

2.2.1.2 Karbonizace

Termická přeměna neboli suchá destilace je proces probíhající bez přístupu vzduchu a jejím hlavním produktem je dřevěné uhlí. Dochází k eliminaci těkavých složek dřeva snížením obsahu kyslíku a vodíku ve dřevě a zvýšením koncentrace uhlíku ve výsledném produktu.

Dřevěné uhlí je tvrdý, pórovitý, snadno hořlavý, vysoce uhlíkatý (min. 80 % C), nekystalický produkt, který obsahuje malé procento síry a má výhřevnost okolo 27 MJ/kg. Proces výroby probíhá v karbonizačních pecích, kde část vsázky je použito pro produkci tepla, nebo v retortách, kam je teplo dodáváno zvenčí. Dřevěného uhlí se využívá v průmyslu při obohacování oceli uhlíkem a jako absorbent při filtraci kapalin a plynů. [8]

2.2.1.3 Pyrolýza

Je to termický rozklad organických materiálů, aniž by byla přítomna média obsahující kyslík. Organické materiály ohříváme nad mez termické stability a tím je štěpíme na nízkomolekulární produkty. Podle teploty dělíme pyrolýzu na nízkoteplotní (< 500°C), středněteplotní (500 - 800°C), vysokoteplotní (> 800°C).

Většina těchto procesů probíhá v rotačních pecích vytápěných spaliny ze spalování pyrolýzních plynů v termoreaktoru. Pyrolýzní plyn, který je produktem, může být využit jako chemická surovina nebo jako palivo pro motory nebo plynové turbíny kogeneračních jednotek. [12]

Tzv. rychlá pyrolýza probíhá rychlým přívodem tepla do suroviny při udržování potřebné teploty v pyrolýzním reaktoru (asi 450°C až 600°C). Produkty, páry a aerosoly, popřípadě plyny a tuhé částice, je nutné ihned zchladit. Tak dojde ke kondenzaci a vzniká tmavohnědá kapalina nazývaná bio-olej s výhřevností 16 – 20 MJ/kg, která je využívána jako kapalné palivo. Kromě bio-oleje vzniká také pyrolýzní koks a pyrolýzní plyn, které jsou často využity právě na dodávání tepla rotačním pecím. [8]

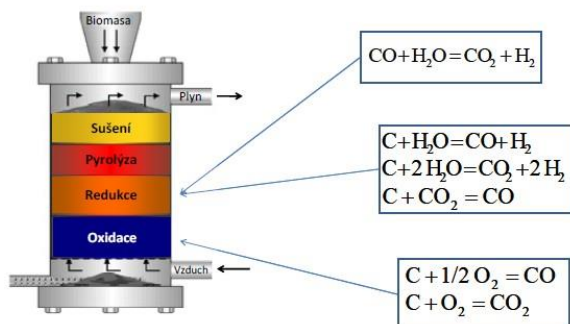
2.2.1.4 Zplyňování

Další metodou je přeměna biomasy při vyšších teplotách za omezeného přístupu kyslíku na plyn, který je možné přímo použít na spalování, např. ve spalovacích motorech nebo k přeměně na jiný nosič energie (např. methanol). [13]

Zplyňování probíhá pomocí zplyňovacího média vzduchu, oxidu uhličitého nebo kyslíku. Produktem je plyn, který obsahuje výhřevné složky (H_2 , CO, CH_4 a další sloučeniny), doprovodné složky (CO_2 , H_2O , N_2) a znečišťující složky (prach, dehet, sloučeniny síry, atd.). [8]

Proces se skládá ze základních pochodů: sušení, pyrolýza, redukce a oxidace.

1. Sušení probíhá zahřátím paliva na 100°C a odpařením vody.
2. Při teplotě 400°C dochází k rozkladu struktury biomasy při pyrolýze a uvolnění plynů, par a kapalin. Tuhý zbytek, který vzniká, je dřevěné uhlí a popel.
3. Oxidace je exotermní reakce a je zdrojem tepla pro hlavní zplyňování za vzniku CO_2 .
4. Při redukci dochází k reakci dřevěného uhlí s O_2 , CO_2 , H_2O a vzniká CO.

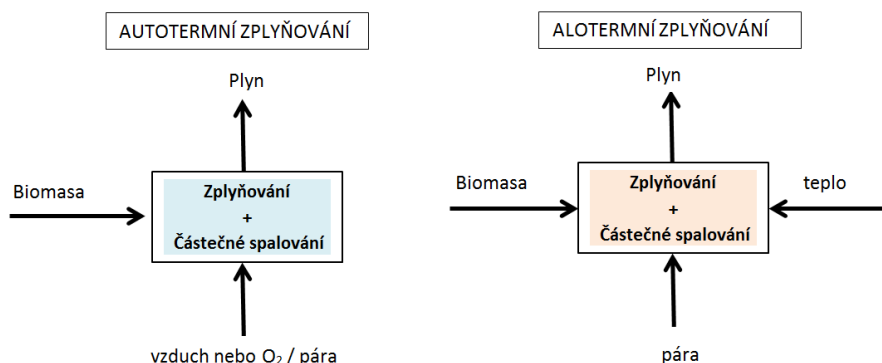


Obrázek 3: Zplyňovač [14]

Teplo na rozložení biomasy se dodává z externího zdroje anebo přidáním kyslíku a spálením části biomasy přímo ve zplyňovacím reaktoru a podle toho rozlišujeme dva druhy zplyňování. [13]

Autotermní zplyňování - zde jsou důležité spalovací exotermní reakce, které pokrývají spotřebu tepla pro zplyňování. Je tedy nutné přivádět do reaktoru kyslík. Pokud chceme aby nedocházelo k naředění generátorového plynu dusíkem, používáme při autotermním zplyňování čistý kyslík, a ne vzduch. Výhřevnost plynu při autotermním zplyňování je v rozmezí 2,5 – 8,0 MJ/m³.

Alotermní zplyňování - vyžaduje vnější přísun tepla. To je zajištěno predehříváním zplyňovacího média a paliva, otopem stěn reaktoru nebo přenosem tepla přímo do reaktoru. Alotermním zplyňovacím médiem bývá vodní pára. Vzniká plyn s vyšší výhřevností, okolo 14 MJ/m³ a se širšími možnostmi uplatnění v porovnání s plynem vzniklým u autotermního zplyňování. [14]



Obrázek 4: Schéma autotermního a alotermního zplyňování [14]

2.2.2 Katalytické zkvalňování (hydrolýza)

Je to nízkoteplotní, vysokotlaký termochemický konverzní proces, který probíhá při teplotě cca 300 – 350°C a tlaku 12 – 20 MPa ve vodním prostředí. Je nutná přítomnost katalyzátoru NaOH nebo vysokého parciálního tlaku vodíku. Hlavním produktem je bio-olej s nízkým obsahem kyslíku a vedlejším produktem je voda s rozpuštěnými organickými látkami. [8]

2.2.3 Anaerobní fermentace

Spočívá v mikrobiologické transformaci organických látek bez přístupu vzduchu při mírně zvýšené teplotě za vzniku bioplynu a digestátu (zbytku) využitelného jako hnojivo. Bioplyn je tvořen z 50 – 80 % hořlavým metanem, z 20 – 40 % oxidem uhličitým a 1 – 3 % jsou další plyny jako dusík, sirovodík nebo vzácné plyny. Výhřevnost se pohybuje mezi 20 – 24 MJ/m³.

Surovina pro výrobu bioplynu je nejčastěji kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), případně i slamnatý hnůj, kal z ČOV, organický odpad, zelená biomasa a další. Bioplyn se využívá jako technologické palivo, pro výrobu tepla v plynových kotlích a také jako palivo pro stacionární motory kogeneračních jednotek vyrábějících teplo a elektrickou energii. [8, 9]

Kultury mikroorganismů v několika stupních postupně rozkládají organickou hmotu. Produkt jedné skupiny mikroorganismů je potom substrátem pro další skupinu. [8]

Tabulka 4: Popis jednotlivých fází anaerobního procesu: [15, 16]

Hydrolýza	Anaerobní bakterie přeměňují rozpuštěné i nerozpuštěné polymolekulární látky (bílkoviny, polymerní cukry, tuky) na nízkomolekulární látky (monosacharidy, mastné kyseliny, voda).
Acidogeneze	Jedná se o „kyselou“ fázi, kdy jsou produkty hydrolýzy rozkládány na jednodušší organické látky, tzv. mastné kyseliny, působením acidogenních bakterií.
Acetogeneze	Mikroorganismy produkující vodík rozkládají organické látky. Při této fázi probíhá oxidace produktů acidogeneze na CO ₂ , H ₂ a kyselinu octovou. Také jsou přítomny minoritní skupiny organismů, které produkují vedle kyseliny octové a vodíku také sulfan a dusík.
Metanogeneze	Závěrečný krok anaerobního rozkladu methanogenní bakterie z kyseliny octové, H ₂ a CO ₂ vytvářejí methan – CH ₄ . Methanogenní bakterie jsou striktně anaerobní organismy a jsou citlivé především na náhlé změny teplot, pH, oxidačního potenciálu a další inhibiční vlivy.

2.2.3.1 Mokrý způsob fermentace

Biomasa s nízkým obsahem sušiny (8 až 12 %) je upravena na požadovanou velikost částic a dopravena do homogenizační jímky. V této jímce dojde k naředění na potřebnou

hustotu za neustálého promíchávání, aby se neusadily těžší částice na dně. Pak je surovina dopravena do fermentoru, který je vytápěn. Je to vlastně velká vzduchotěsná nádoba, kde za stálého míchání probíhá proces fermentace. Odpadem je fugát s obsahem sušiny pod 1 %, který může být použit na hnojení. Bioplyn odvádíme plynovým potrubím. [16, 17]

2.2.3.2 Suchá fermentace

Zpracovaný materiál je dopraven do fermentoru, kde probíhá reakce bez průběžného míchání. Bioplyn se začne uvolňovat asi po 3 dnech a v průběhu procesu je substrát sprchován látkou obsahující vhodné mikroorganismy a bioplyn je odčerpáván u stropu fermentoru. Tento způsob je vhodný pro biomasu s vyšším obsahem sušiny. [16]

3 LEGISLATIVA PRO CÍLENÉ PĚSTOVÁNÍ ENERGETICKÝCH DŘEVIN

Pěstování energetických rostlin se začalo v souvislosti s ochranou přírody řešit v průběhu 90. let a to v zákoně č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny a zákoně č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. [18]

3.1 Energetické plodiny a zákon č. 114/1992 Sb.,

Pokud zakládáme plantáž RRD je nutné před výsadbou získat povolení k výsadbě a pěstování u místního orgánu ochrany přírody. [19]

„Záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha do krajiny je možné jen s povolením orgánu ochrany přírody; to neplatí pro nepůvodní druhy rostlin, pokud se hospodaří podle schváleného lesního hospodářského plánu nebo vlastníkem lesa převzaté lesní hospodářské osnovy. Geograficky nepůvodní druh rostliny nebo živočich je druh, který není součástí přirozených společenstev určitého regionu.“ „Záměrné rozšiřování křížence druhů rostlin či živočichů do krajiny je možné jen s povolením orgánů ochrany přírody.“ [§ 5, odst. (4) a (5)]

„Krajinný ráz, kterým je zejména přírodní, kulturní a historická charakteristika určitého místa či oblasti, je chráněn před činností snižující jeho estetickou a přírodní hodnotu. Zásahy do krajinného rázu, zejména umísťování a povolování staveb, mohou být prováděny pouze s ohledem na zachování významných krajinných prvků, zvláště chráněných území, kulturních dominant krajiny, harmonického měřítka a vztahů v krajině.“ [§ 12, odst. (1) a (2)]

„Na celém území národních parků je zakázáno povolovat nebo uskutečňovat záměrné rozšiřování geograficky nepůvodních druhů rostlin a živočichů.“ [§ 16, odst. (1)]

V přírodním parku (§ 12 odst. 3 zákona č. 114/1992 Sb.) může být zakládání plantáží RRD podmíněno souhlasem orgánů ochrany přírody.

Orgány ochrany přírody posuzují zejména rizika invazního šíření a případná rizika ohrožení křížením s domácími druhy. Pomocí v těchto rozhodnutích je "Seznam rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny", který zpracoval VÚKOZ, v.v.i..

3.2 Zákon 219/2003 Sb § 25, odst. (1) – (4), (6)

Energetické rostliny a RRD jsou řazeny do kategorie okrasné rostliny, přesněji „intenzivní kultury rychle rostoucích dřevin pro energetické účely“ Zákon říká, že pouze dodavatelé, registrovaní na ÚKZÚZ jsou oprávněni rozšiřovat sadební materiál a tito dodavatelé samozřejmě musejí dodržet všechny podmínky dané zákonem a to je např. kontrola karanténních škodlivých organismů a správné vedení evidence o prodeji. Státní rostlinolékařská správa nebo ÚKZÚZ mají dohlížet na dodržování zákona. Tito oprávnění producenti mohou prodávat chráněné i nechráněné klony ze zemí EU. Klony musejí být správně taxonomicky označeny - druh, odrůda, klon, název matenice a počty řízků dle druhu.

VÚKOZ Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví zpracovává seznam rostlin vhodný pro pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny podle požadavků MŽP (příloha č. 1). Nové odrůdy jsou vždy posouzeny podle zákona 114/1992 Sb. a poté zapsány do seznamu. Pokud uvažujeme o pěstování těchto rostlin, je potřeba seznam nastudovat. [20]

3.3 Změna kultury pozemku

Před výsadbou je také nutné provést změnu kultury pozemku, na kterém mají být RRD vysazeny. Týká se to pouze pozemků vedených v systému evidence půdy – LPIS. Žádost podáváme na příslušném regionálním pracovišti Státního zemědělského a intervenčního fondu (SZIF). Je to změna na kulturu „rychle rostoucí dřeviny – D“.

Druh zemědělské kultury „porost rychle rostoucích dřevin“ je definován v zákoně č. 252/1997 Sb., o zemědělství. Pro účely zákona o zemědělství se porostem rychle rostoucích dřevin rozumí obhospodařovaná půda, která je souvisle osázena rychle rostoucími dřevinami určenými k produkci biomasy pro energetické využití nebo k produkci řízků jako reprodukční porost pro vegetativní množení rychle rostoucích dřevin.

Podle zákona je plantáž RRD definovanou zemědělskou kulturou a je ji tedy možné pěstovat na zemědělské půdě, aniž bychom museli vyjímát půdu ze zemědělského fondu, jak to bylo nutné dříve. [21]

4 OBECNĚ O RYCHLE ROSTOUCÍCH DŘEVINÁCH

V poslední době je biomasa populárním zdrojem energie v celosvětovém měřítku i v rámci České republiky. Tento zájem o biomasu je způsoben možným omezením produkce skleníkových plynů a snížením množství produkce biologických odpadů. [22]

Protože je fosilních paliv zatím dostatek a cena je pro většinu lidí přijatelná, není aktuálně zakládání lesů pro energetické účely tolik rozsáhlé. Problémem ale je, že jakýkoliv les založený dnes začne produkovat biomasu až za několik let (spíše desítek let) a nepřináší tedy rychlý zisk. Proto byly vytvořeny křížením rostliny, které jsou schopny biomasu vyprodukovat za mnohem kratší dobu. Nazývají se RYCHLEROSTOUCÍ DŘEVINY (RRD). Lesy těchto dřevin jsou nazývány plantáže a cílem je, na co nejmenší ploše vypěstovat co nejvíce biomasy.

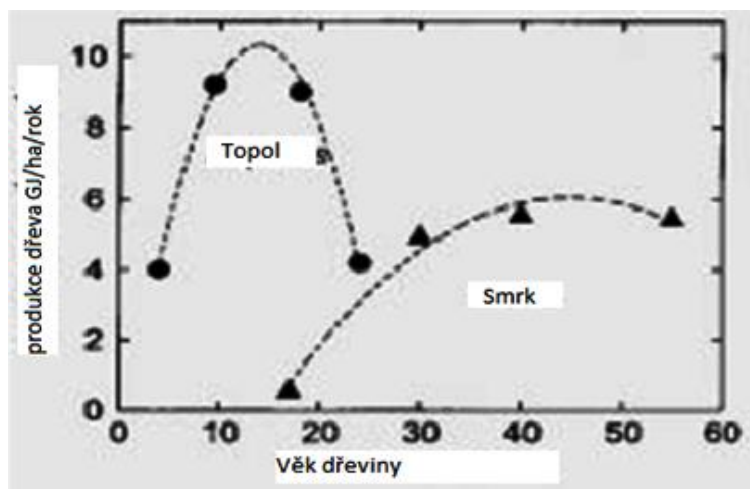
Ve světě se pěstování RRD velmi rozvíjí. V Brazílii, Jižní Africe, Uruguayi, Zimbabwe, Chile, Austrálii jsou pěstovány blahovičníky – eukalypty, které mají výnos až $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ s dobou obmýti 15 let. V Indonésii, Číně, Malajsii, Indii, Vietnamu, Filipínách a Thajsku se pěstují tropické akáty - akácie dávající výnosy 15 - $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ s dobou obmýti 7 až 10 let. Rychle rostoucí topoly se pěstují v Číně, Indii, Turecku a téměř v celé Evropě. [23]

Musíme si ale uvědomit, že pěstování RRD nemusí přinášet pouze výhody. Je velmi nutné dopředu znát vliv masivního pěstování na životní prostředí. A je potřeba věnovat pozornost veškerým dostupným vědeckým výsledkům, které nás mohou informovat o vlivu těchto plodin na biodiverzitu, ekosystémy a udržitelnost přírodních a zemědělských lokalit. [24]

V oblastech s vysokou biodiverzitou, což jsou např. tropické oblasti, může pěstování těchto plodin biodiverzitu velice poškodit, např. dělením lesů na menší úseky a poškozením vodních biotopů využívanými chemikáliemi. V Evropě je však většina území již poškozena člověkem, zvláště rozsáhlým zemědělstvím, a proto může pěstování energetických plodin naopak přispět místnímu ekosystému. [25]

Porovnání ročního přírůstu těchto speciálních druhů dřevin a dřevin běžně na našem území pěstovaných v prvním desetiletí po jejich vysazení:

- běžné dřeviny: $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1} = 4,5 \text{ t (suš.)/ha/rok}$
- RRD: $180 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1} = 10 \text{ t (suš.)/ha/rok}$ [26]



Obrázek 5: Porovnání produkce topolu a smrku v jednotlivých desetiletích [49]

Plantáže RRD na zemědělské půdě se sklízí v krátkém obmětí (tzv. minirotaci) 3 – 7 let a bez potřeby nového vysazování je možné sklizeň opakovat několikrát. Produkovaná biomasa se využívá hlavně jako palivo a průmyslová surovina (výroba tekutých paliv, farmak, konstrukčních materiálů). [27]

Hlavními důvody pro pěstování RRD:

- využití zemědělské půdy pro nepotravinářskou produkci (snížení přebytků potravin),
- rozvoj zemědělských oblastí (nová pracovní místa, posílení místní ekonomiky – peníze za energii zůstávají v regionu, investice do nových technologií),
- snížení znečištění ovzduší (pokuty za emise, splnění mezinárodních dohod). [27]

Tabulka 5: Základní parametry různých porostů rychle rostoucích dřevin [28]

	Matečnice RRD	Výmladková plantáž RRD
Obvyklé obmětí	1 rok	3 – 6 let
Opakování sklizně	ano 10 – 15×	ano 4 – 7× ve stejném porostu
Zakládání na půdě	zemědělské	zemědělské
Sortiment dřevin pro výsadbu	topoly, vrby a jiné dřeviny dle pokynů MZe, MŽP	topoly, vrby a jiné dřeviny dle pokynů MZe, MŽP
Hustota výsadby	10 000 – 20 000 ks. ha ⁻¹	6 000 – 15 000 ks. ha ⁻¹
Cílový produkt	řízky pro zakládání výmladkových plantáží	štěpka pro energetické využití
Výnos za celou existenci porostu	100 – 500 tis. řízků.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	5 – 19 t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹ (sušiny)

4.1 Dřeviny vhodné pro pěstování v ČR

V České republice i v zahraničí se ve výzkumných organizacích zabývají šlechtěním a selekcí dřevin. Aby zakládání plantáží mohlo probíhat na co nejširším spektru stanovišť, je nutné rozšířit sortiment klonů. Pro produkční plantáže jsou tedy v České republice poznány a využity tyto skupiny:

- v ČR ověřené: topoly, vrby,
- v ČR ověřované: pajasan, jilmy,
- v ČR perspektivní: růže, zejm. trnité, olše, lípy, lísky, jeřáby

Na našem území jsou tedy používány za příznivou cenu pro energetiku vybrané druhy topolů a vrb. Tyto dva druhy jsou také nejlépe prozkoumány. Výhodou je, že tento biotop historicky přirozeně existoval kolem potoků a řek, je to tzv. měkký luh. [13]

MZe schválilo tzv. seznam doporučených klonů, který obsahuje 25 klonů vrb a 22 klonů topolů. Dalším seznamem je „Přehled klonů rychle rostoucích dřevin schválených MŽP pro zakládání výmladkových plantáží pro energetické využití“, který se zabývá posouzením klonů a rizika jejich rozšíření v krajině podle zákona č. 114/1992 sb., o ochraně přírody a krajiny. Seznam je doplňován a zpřesňován podle aktuálních výzkumů a pokynu MZe a MŽP. [29] Seznamy jsou veřejně přístupné na webu VÚKOZ.

4.2 Způsob pěstování RRD - výmladkové plantáže

Výmladkové plantáže jsou novou formou hospodaření. Rozhodujícím faktorem je velmi rychlý růst v prvních letech po výsadbě a také silné retenční schopnosti, které umožňují opakování sklizně. [30, 31]

Výnos hlavně ovlivní výběr vhodného stanoviště. Protože pokud má investice do dřevní biomasy mít rychlou návratnost a má-li být konkurenceschopná zemědělským a lesnickým zpracovatelům produkčních zbytků (sláma, piliny, těžební zbytky), musíme zvolit vhodné stanoviště určené vhodnými klimatickými a půdními podmínkami, popřípadě vhodné klony. [32]

4.3 Podmínky stanoviště

4.3.1 Půdní a klimatické podmínky

Optimální jsou půdy lehké, hlinitopísčité nebo písčitohlinité také běžné lehčí (obvykle skeletovité) hnědozemě, skeletovité lehčí černoze (nejčastěji v lužních oblastech), spraše s dostatkem vláhy, lehké a středně těžké nivní půdy, červenozezemě. Důležitý pro obě dřeviny, hlavně pro topoly, je obsah vzduchu v půdě. Půdy by neměly být sléhavé nebo trvale zamokřené. Nevhodné podmínky jsou teda na písčité a štěrkovité půdě s nepříznivým vodním režimem, jako např. vysychavé stanoviště, a také rašeliništní a trvale přemokřené. Obě dřeviny nemají rády trvalé nebo dlouhodobé zamokření, přesto dobře snášejí krátkodobé záplavy, také velmi nepříznivě působí delší přísušky, a to hlavně v prvních letech po výsazení. Dostupnost vody je hlavním faktorem, a to ať půdní nebo srážkové. Nadmořská výška také hraje roli. Horní hranice pěstování by měla být okolo 600 m n. m. [32]

Můžeme tedy topoly, a zejména vrby, úspěšně pěstovat v opravdu širokém spektru klimatických podmínek s výjimkou extrémních. Pro růst topolů je vhodnější teplejší klima. Klony vrb jdou dnes vyšlechtěné tak, že v podstatě pro každé stanoviště najdeme vhodný klon, takže kromě stanoviště záleží také na výběru druhu na základě specifických vlastností a nároků. [32]

Plantáže RRD v ČR zatím nevznikají na nejúrodnějších půdách. K dispozici jsou spíše stanoviště klimaticky, půdně a ekonomicky méně vhodná pro dosažení dobré produkce. Proto je potřeba přizpůsobit výběr dřevin pro plantáže stanovištím. Podmínky stanoviště je

nutné dopředu co nejpresněji popsat (např. udělat půdní rozbory, shromáždit klimatická data a zkušenosti s pěstováním jiných plodin). [27]

4.3.2 Technické a technologické podmínky

Pokud biomasu chceme pěstovat průmyslově pro vlastní nebo cizí zdroj (elektrárnu, teplárnu, briketárnu), budou muset být plochy plantáží rozsáhlejší (desítky až stovky hektarů). Zakládání a obhospodařování rozlehlých plantáží rychle rostoucích dřevin ale již vyžaduje vysoký podíl mechanizovaných prací (95%), a to si klade určité podmínky. Mechanizace je používána při výsadbách, při obhospodařování plantáží i při sklizení. Strojům vyhovují velké ucelené a pravidelné pozemky více, než rozdrobené menší plochy (s delšími přejezdy). Jsou zde také limity pro svažitost, dané především typem mechanizace použité pro sklizeň. Důležitá je vzdálenost plantáží od místa spotřeby biomasy, která by neměla být větší než 100 km. Je také potřeba zvážit možnost dlouhodobého skladování. První fáze sklizně totiž znamená odvoz štěpky z pole na překladiště, kde se štěpka skladuje v co nejvyšších hromadách. Zde dochází k prosušování do obchodovatelné vlhkosti asi 3 – 6 měsíců, během kterých bez převrstvování štěpka ztratí vlhkost z původních 55 % na zhruba 30 %. [32]

5 EKOLOGICKÝ VÝZNAM PĚSTOVÁNÍ RRD

Výmladkové plantáže RRD mohou ve značně zdevastované krajině České republiky přispět k ochraně přírody, tvorbě krajiny a zkvalitnění životního prostředí.

Ekologický význam pěstování plodin pro energetické účely obecně je např. omezení skleníkového efektu, úspora neobnovitelných zdrojů surovin a energie, snížení prašnosti ovzduší a omezení zaplevelenosti území. Dalšími pozitivními vlivy výmladkových plantáží RRD jsou zvýšení biodiverzity, obohacení potravního řetězce, vznik biokoridorů pro migraci fauny, obnova malého vodního cyklu v krajině, její ochlazování a revitalizace zemědělských půd. [33, 34]

Hlavním kladem plantáží je vliv na půdní, vlhkostní a klimatické podmínky. To v praxi znamená, že podmínky zemědělsky využívané půdy se mění v podmínky podobné lesu. [25] Dřeviny pěstované pro energetické účely můžeme zařadit mezi porosty trvalé zeleně. Proto i když jsou hlavně pěstovány pro produkci biomasy, zastávají v krajině tři funkce.

Primární funkce je to, co vede k umístění trvalé zeleně na daném místě. U RRD je to zájem o produkci biomasy. Sekundární funkce ovlivňuje parametry daného porostu a liší se podle lokality. Terciární funkcí jsou všechny pozitivní účinky porostu, které nejsou způsobeny zásahem člověka, např. produkce kyslíku, absorpce oxidu uhličitého, filtrace přízemních vrstev vzduchu, úprava tepelného a vlhkostního režimu prostředí, absorpce hluku a vibrací, stimulace pedologických procesů a úprava vlastností půd, protierozní účinek, dekontaminace půdního profilu a ochrana zdrojů spodních vod, estetický účinek, vytvoření sekundárních biotopů a migračních cest. [35]

Trvalá vegetace s primární výrobní funkcí má veliký význam v územích s intenzivním zemědělstvím. Tyto víceleté porosty mohou přispívat k:

- optimální biodiverzitě (biotopy kulturní, biotopy na daném území nepůvodní, které ale přispívají k výskytu druhů, jejichž výskyt byl lidskou činností na daném místě velmi omezen);
- estetice krajiny;
- omezení vlivu místní výrobní činnosti na životní prostředí;
- vytváření trvalé zeleně;
- zlepšení obytnosti lokality;

- obnovení rovnováhy přírodních a antropických prvků v území;
- rozvoji místní ekonomiky;
- rozvoji technologií šetrných ke krajině [35]

Pěstování těchto dřevin však může také způsobit změnu původního genofundu přítomností velkého počtu dřevin různého původu, expanzi druhů a fytopatologické riziko. Těmto rizikům je třeba předcházet, aby nezpůsobily velké škody v místní krajině. [51] Je potřeba tedy dohlížet na pěstování RRD a to hlavně na nebezpečné rozšiřování topolů kolem říčních břehů.

Plantáže RRD nejsou přírodním lesem (srovnaná krajina, malá rozmanitost, atd.), je však nutné si uvědomit, že pěstování těchto plodin je prováděno na zemědělských půdách a v porovnání s plodinami využívanými při zemědělství má menší negativní dopad na ekosystém a zajistí větší biologickou rozmanitost. Výhodou je absorpce CO_2 . Jeden ha vysázených topolů je schopen absorbovat 25 t CO_2 . Tedy 1 ha RRD může vyprodukovat asi 7 t kyslíku za rok. Dalším pozitivem je to, že v zemědělsky využívané krajině plantáže RRD slouží jako biocentra pro některé druhy bezobratlých. [35]

5.1 Vliv na půdu

Klad, který pěstování RRD přináší půdě je, že stromy prokořeňují půdu do hlubších vrstev a tím ji nakypřují a provzdušňují. Pravidelný opad listů pomáhá oběhu živin a zvyšuje jejich podíl. Dochází k postupnému obohacování kořenové zóny a vrchní půdní vrstvy uhlíkem, což je způsobeno postupně se rozvíjejícím kořenovým systémem. Tím přispívají RRD k úrodnosti půdy a omezení její eroze. [36]

Velmi významný je protierozní účinek těchto výsadeb. Kořenový systém půdy velice účinně brání proti posunu a odsunu vodou. Napomáhání k většímu vsakování vody do půdy a řízení odtoku srážkových vod je dalším významným půdo-ochranným faktorem, ale také součástí hydrické funkce v krajině. [35]

5.2 Vliv na mikroklima

Rostliny mají podstatný vliv na mikroklima hlavně tím, že transpirují, tedy vypařením převádějí vodu z půdy do atmosféry. Tím ovlivňují teplo vyzařené ze zemského povrchu do atmosféry. [48] Důsledkem transpirace se tak zvyšuje vlhkost vzduchu, s tím souvisí snížení vyzařování tepla v nočních hodinách, a tedy zvýšení průměrných nočních teplot. Transpirace také brání v oteplování půdy, takže omezuje vznik meteorologických a hydrologických extrémů. Rostlinami s vysokou úrovní transpirace jsou také RRD. [37]

V rámci údržby krajiny a udržitelného rozvoje je posuzována možnost nahrazení trvalých travních porostů porostem RRD, aby došlo ke stabilizaci místního klimatu. Je nutno ověřit a prozkoumat tyto možnosti hlavně měřením vlhkosti a teploty vzduchu i půdy v plantážích. Již provedený průzkum naznačuje, že klimatické účinky RRD, pokud je porovnáme s travními porosty, jsou tyto:

- vytvoření mikroklimatu, které snižuje polední teploty vzduchu při zemi v extrémně teplých dnech;
- snížení rozkolísanosti teploty a vlhkosti vzduchu;
- snižování teploty půdy;
- účinnost RRD je vyšší v nižší nadmořské výšce. [37]

Měřením klimatických a hydrologických podmínek na experimentální plantáži v Průhoncích můžeme prokázat, že vysazení plantáže RRD poskytuje pokrytím půdy vysoce vzrostlou vegetací ochlazování povrchu nad vegetací.

Ve výmladkové plantáži se asi ve 3. roce vytváří teplotní a vlhkostní podmínky podobné jako v lesních porostech. Tyto podmínky vytvářejí vhodnou novou niku pro širokou škálu živočichů. [36]

Pěstováním těchto dřevin postupně obnovujeme malý neboli uzavřený vodní cyklus v krajině, který byl zásadně narušen velkoplošným odlesňováním a oráním. Tím je také obnoven charakter jednotlivých biotopů, vývoj biocenóz a nepochybně dochází k rozvoji rozmanitosti druhů a společenstev. [34, 36]

Plantáže také přispívají ke snížení evaporace půd (vypařování vody přímo z povrchu půdy) a ke stabilizaci odtoků. Porosty RRD ovlivňují krajinu po mnoho let, na rozdíl od jednoletých plodin, mohou být tedy používány jako nástroje ochrany a revitalizace krajiny. [34]

5.3 Meliorační procesy

Zdrojem vody v ČR jsou atmosférické srážky. Potřebného zachycení těchto srážek docílíme změnou povrchového odtoku na půdní, protože při povrchovém odtoku urazí kapka vody kilometr za 6 minut a při odtoku půdou asi za 1,5 měsíce. Toho docílíme vysazením dřevinného porostu, který změnou tohoto odtoku přispívá i k omezení eroze půdy vodními srážkami. [35]

V porostech dřevin se v zimních měsících vytvořením specifických vlastností porostního podnebí vytvoří větší nakupení sněhu, které při oblevách vydrží déle, a nezpůsobuje tak erozi půdy. Zalesněnou plochu můžeme proto považovat za významného činitele koloběhu vody v krajině, jelikož působí na způsob i na množství odtékající vody, a tím zasahuje také mimo své hranice. [35]

5.4 Zábrany proti hluku

V poslední době zaznamenáváme mohutný růst počtu zdrojů a intenzity hluku, prachu a znečištění, které stále poroste s rozvíjející se automobilovou dopravou a rozvojem průmyslu. Biologické prostředky na omezení hluku jsou v porovnání s technickými levnější, ale náročnější na prostor. Využíváme zde vysazování rostlin s dobrými tlumiči hluku. Pohltivost hluku dřevinami závisí na druhu a na olistění. RRD jsou také jednou z možností. [35]

5.5 Zábrany proti větru

Plantáže RRD mohou být základem tzv. větrolamů využívaných k usměrnění a tlumení proudícího větru. Dobré je, aby porost byl polopropustný s ne moc velkým zakořeněním a řidším větrovím. RRD jsou k těmto účelům vysazovány v několika řadách, které mohou kopírovat linie komunikací, objektů, stávajících porostů apod. Těžba pak probíhá pokaždé v jiné řadě, např.: první rok sklizně (4. rok po vysazení) budeme sklízet 3. řadu, další rok 5. řadu a následující rok 6. Je nutné, aby byl vždy zachován ochranný účinek výsadby. [35]

Tabulka 6: Funkce RRD v krajině [38]

Funkce	Příklady využití RRD
Biologická	Využití ploch pro zlepšení účinnosti, propojení nebo náhradu biologicky účinných ploch na lokalitách, kde je nelze realizovat: <ul style="list-style-type: none"> - vznik biokoridorů a lesních společenstev v bezlesé zemědělské krajině, - zvýšení biodiverzity zemědělské krajiny, - úkryt a potrava pro drobnou i vysokou zvěř, hnízdiště ptactva.
Meliorační	Zlepšení aktuálního stavu plochy přítomností většího počtu rostlin <ul style="list-style-type: none"> - větrolamy: snižování větrné eroze a škod na zemědělských plodinách, - biologická meliorace přemokřených stanovišť, - zlepšení půdních poměrů (vytvoření humusové vrstvy, provzdušnění půdy)
Izolační	Oddělení a omezení negativního působení navazujících ploch nebo objektů <ul style="list-style-type: none"> - snížení prašnosti, hlučnosti, - vytváření kořenových clon na ochranu vodních zdrojů
Asanační	Využití plochy devastované předchozím způsobem užívání a její regenerace: <ul style="list-style-type: none"> - břehové porosty: rychlé zpevňování břehů proti vodní erozi, - vegetační úprava výsypek a antropogenních stanovišť, - zlepšení tepelného režimu lokality, - recyklace vody v krajině, - filtrace srážkové a povodňové vody (odnímání přebytečných živin), - zvýšení vlhkosti vzduchu, - dekontaminace půd od těžkých kovů.
Kulturní	Náhrada některých tradičních a historických prvků zeleně v krajině, které z rozličných důvodů nelze obnovit v původní podobě
Estetická	Využití ploch energetických rostlin k omezení účinku pohledově exponovaných negativně působících objektů nebo jiným způsobem přispět ke zlepšení krajiny estetických kvalit krajiny.
Naučná	Využití plochy k naučným, propagačním nebo výzkumným účelům
Produkční	Využití obtížně obdělávatelných a ekonomicky nevýhodných ploch zemědělské půdy a podpora zaměstnanosti v regionu <ul style="list-style-type: none"> - plantáže topolů a vrb (energetické, košíkářské), - lignikultury - včelařské porosty vrb, - krmné porosty pro lesní zvěř

6 BIODIVERZITA VÝMLADKOVÝCH PLANTÁŽÍ

Zemědělství zásadně ovlivnilo ráz krajiny, kvalitu půd, ale také diverzitu a početnost organismů žijících na našem území. Intenzivní obhospodařování, kácení lesů, výkonnější stroje, používání chemických postřiků má významný dopad na rozmanitost druhů rostlin a živočichů. Obhospodařování půdy narušuje její strukturu, a tím znemožňuje dlouhodobé přežívání organismů v půdě, hlavně bezobratlých. Monokultury způsobují vyhynutí některých druhů, snižují tak druhovou diverzitu společenstev, ale také podporují přemnožení tzv. škůdců. Následné použití chemikálií vyhubí nejen škůdce, ale i řadu jiných organismů.

Biologickou diverzitu charakterizujeme jako různorodost organismů, jejich suchozemských, mořských a ostatních vodních ekosystémů a ekologických komplexů, jichž

jsou součástí. [31] Po narušení biodiverzity dochází také k narušení funkčnosti ekosystému. Biodiverzita má stejný vliv na fungování ekosystému jako klima a půdní podmínky. Rozmanitost ekosystémů je důležitá pro jeho stabilitu i s ohledem na změny přírodních podmínek a klimatické změny. Takový ekosystém je produktivnější a jeho vývoj je lépe předpověditelný. Ztráta biodiverzity ovlivňuje rozsah ekologických služeb, které nám krajina poskytuje, jako jsou např. dostupná čistá voda, přirozené prostředí pro druhy, ale také prostředí, které nepoškozuje lidské zdraví. [40, 41]

Dle výzkumů jsou stanoviště narušená orbou obývaná malým počtem druhů, ale zastoupená někdy až velikým počtem jedinců. Zatímco v nenarušených stanovištích, je široká škála druhů s malým počtem jedinců. Tento negativní jev je možné změnou půdních, vegetačních a vlhkostních podmínek zvrátit. Úkazem toho může být pozitivní změna biodiverzity. [34, 42]

V agrocecnázách převažují druhy vyskytující se často a za všemožných podmínek, zatímco v méně narušených biotopech druhy s většími ekologickými nároky a druhy stenotopní. [24]

Plantáže RRD poskytují nový životní prostor pro živočichy, ať už obratlovce nebo bezobratlé. Rostlinný pokryv uvnitř plantáže ovlivňuje výskyt hmyzu, a tím má kladný vliv na výskyt bezobratlých [40]

Výmladkové plantáže jsou výhodné pro biodiverzitu v porovnání s klasickými plodinami pěstovanými na orných půdách z těchto důvodů.

- mají delší rotační periodu;
- požadují méně hnojiv a pesticidů;
- neaplikují se herbicidy;
- růst plevelů zvyšuje biodiverzitu;
- lépe chrání půdu;
- dochází jen k několika málo operacím v průběhu růstu;
- vzrůstá diverzita některých skupin živočichů (drobní savci, ptáci);
- sklizeň probíhá v zimě nebo se může posunout do doby výhodné pro živočišné obyvatele, např. po hnízdění ptáků [43, 44, 45]

Nejvýznamnější skupinou živočichů na plantážích jsou jednoznačně bezobratlí. V ČR se vyskytuje 1 600 druhů drabčků a 600 druhů střevlíků. [25, 41]

Okolní krajina významně ovlivňuje společenstva a v homogenním prostředí může mít plantáž velmi dobrý vliv na výskyt těchto živočichů. Pokud plantáž není moc velká, např. pásy energetických plodin, může velice dobře posloužit jako ochranný pás v okolí potoků nebo přechodný pás mezi lesy a otevřenou krajinou. [43]

Pro kladný vliv na biodiverzitu je dobré dodržet určité podmínky:

- pěstovat rostliny, které nemusíme příliš hnojit;
- minimalizovat pesticidy;
- používat klony, které kvetou v různou dobu;
- zakládat smíšené plantáže;
- zařadit plantáže mezi pole a nepřekročit velikost 15ha;
- podpořit růst plevelů. [43]

6.1 Metody studia biodiverzity

Biodiverzitu velmi často hodnotíme studiem epigeických a hemiedafických brouků. Hlavními skupinami těchto brouků jsou střevlíkovití a drabčíkovití.

V různých částech České republiky se složení druhů těchto brouků liší. Většinu území v minulosti pokrývaly druhy charakteristické pro lesní ekosystémy, a proto mohou být dobrými indikátory ekologických změn. [34]

Organismy využitelné jako tyto bioindikátory se musejí ve zkoumaném biotopu vyskytovat opakovaně a hojně, dále je nutná jejich citlivost k faktorům, které sledujeme. Skupina živočichů musí být dostatečně rozčleněna, aby se jednotliví zástupci vyskytovali ve všech biotopech mapované lokality a je nutné, aby živočichové byli také dobře identifikovatelní. [40, 46] Indikátory tedy musejí mít prozkoumanou jak taxonomii tak také ekologii. [47]

Pro bioindikaci byli drabčící a střevlíci rozděleni do skupin podle jimi preferovaných biotopů a toleranci k antropogenním vlivům.

Tabulka 7: Rozdělení epigeických brouků do skupin [49, 50]

Označení skupiny		Druhy živočichů	Obývaný biotop
Střevlíci	Drabčící		
R	R1	Stenotopní druhy – druhy s nejužší ekologickou nikou, mnohdy relikt	Nejméně ovlivněný biotop činností člověka (vřesoviště, bažiny, rašeliniště...)
A	R2	Adaptabilnější druhy	Biotope blízké přirozenému stavu, středně ovlivněné činností člověka, (lesní porosty, i umělé, pobřežní stojací i tekoucí vody, lučiny a pastviny)
E	E	Eurytopní druhy – nemají zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí	Odlesněná stanoviště, silně ovlivněná činností člověka

Index antropogenního ovlivnění společenstev (ISD) se stanoví podle vzorce: $ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$. E je frekvence jedinců skupiny E v % a R2 je frekvence jedinců, této skupiny. Index nabývá hodnot od 0 do 100. Hodnota 0 ukazuje, že se vyskytují jen expanzivní druhy a společenstvo je silně ovlivněno člověkem a hodnota 100 ukazuje, že se vyskytují jen druhy R1 a společenstvo je ovlivněno člověkem málo. Index nám tak umožňuje jednoduše popsat charakter antropogenního ovlivnění daného biotopu. A také nám pomáhá zjistit citlivost jednotlivých druhů na stres vyvolaný člověkem. [51]

6.1.1 Střevlíkovití

Velmi dobře použitelná skupina pro bioindikaci je např. čeleď střevlíkovití (*Carabidae*). Výskyt střevlíků je závislý na abiotických a biotických faktorech, např. vlhkost, charakter vegetace, teplota, sluneční záření, dostatek potravy, konkurence, geologický základ, dále také na antropogenních faktorech, např. zemědělství, lesní a vodní hospodářství. Dalším vlivem je migrační schopnost a predace zkoumané skupiny. [40, 47, 48]

Střevlíkovití jsou citliví na toxické látky jako insekticidy a herbicidy, které se používají proti škodlivým organismům. Dále jsou citliví na pH a jeho změny, změny vlhkosti a také na nadměrné využívání hnojiv. Tito brouci jsou pro člověka užiteční, hlavně jako predátoři lidské činnosti nebezpečných bezobratlých (např. slimáků). [40]

Střevlíci se vyskytují na nejrozličnějších stanovištích, od mokrých, bažinatých nebo pobřežních, až po suchá stepní a pouštní. Žijí na povrchu půdy, pod kameny, na keřích a stromech i pod kůrou a jsou jak heliofilní, tak i druhy vyžadující zastínění. Ve střední Evropě však převládají druhy aktivní v noci, které upřednostňují vlhko. [52, 53]

Při bioindikaci je možné soustředit se pouze na rod *Carabus*. Tento rod má zvýšené ekologické nároky a na území ČR je mnoho druhů tohoto rodu běžných, ale vyskytují se

především v lesních podmínkách. Jejich výskyt v prostředí výmladkových plantáží signalizuje pozitivní vliv plantáže na půdní, vlhkostní a mikroklimatické podmínky. [34]

Výzkum na plantážích v Průhonicích prokázal výskyt typicky lesních druhů střevlíků v prostředí RRD. Příkladem je druh *Carabus Granulatus*, jehož ekologické nároky nejsou až tak velké. Dalším vyskytujícím se druhem byl *Carabus Hortensis*, jehož výskyt je již důkazem migrace živočichů z prostředí lesa. Dalším lesním druhem ve výmladkových plantážích byl *Carabus Nemoralis*, který byl sledován i v dalších letech, a jeho šířící se výskyt potvrzuje postupné obnovení lesních podmínek na území výmladkových plantáží. [34]

6.1.2 Drabčíkovití

Je to jedna z největších skupin brouků a v české republice se vyskytuje okolo 1400 druhů. Žijí téměř ve všech druzích suchozemských ekosystémů a jsou důležitou součástí půdní fauny. Mnoho drabčků je vázáno na původní lesní porosty, mokřadní biotopy nebo lesostepní biotopy. Protože známe většinu druhů a jejich přítomnost v jednotlivých ekosystémech, jak v těch přirozených, tak těch ovlivněných člověkem, můžeme použít tyto brouky jako bioindikátory antropogenních změn prostředí. [51]

Jsou sbíráni metodou zemních pastí a kvádrovou metodou odběrem půdních vzorků, nezbytnou pro objektivitu výzkumu, jelikož malé druhy nejsou pastmi sesbírány.

Antropogenní ovlivnění drabčků se velmi často projeví výskytem druhů aktivních v létě a úbytkem druhů se zimní aktivitou. Společenstva silně ovlivněná člověkem jsou charakterizována většinou velkými druhy brouků, kteří jsou okřídlení a mají tak vyšší migrační schopnost. Také narušený poměr pohlaví ve společenstvech signalizuje negativní antropogenní vliv. Hnojení ovlivní aktivitu těsně po aplikaci, avšak po krátké době dojde k návratu aktivity brouků do stavu před aplikací hnojiv. Insekticidy ovlivňují drabčíky v lesním ekosystému méně než v ekosystému nelesním, protože insekticidy se v lesním prostředí akumulují na vegetaci a jsou rychleji degradovány. [51]

Agrotechnická opatření jako orba, hnojení a pesticidy má jen krátkodobý vliv na drabčíky. Zato faktory prostředí, reliéf kulturní krajiny, půdní vlhkost, změna osevního postupu apod. jsou faktory ovlivňující silněji a dlouhodoběji jejich společenstva. [51]

Drabčíci jsou hospodářsky významní opět především jako predátoři drobnějších druhů bezobratlých (např. mšic a roztočů). Mohou být vhodnějšími bioindikátory než střevlíci, jelikož jsou citlivější ke změnám prostředí, ale jejich ekologie není tolik známá jako u střevlíků. [49]

6.1.3 Metoda zemních pastí

Na sběr epigeických brouků nejčastěji používáme metodu zemních pastí. Tímto způsobem odchytáváme brouky pohybující se po povrchu půdy. Pasti mohou být s návnadou nebo bez ní. Tímto způsobem odchytu zjistíme kvalitativní a kvantitativní znaky vybrané skupiny živočichů. [54]

V praxi používáme plastové láhve odříznuté v horní části, naplněné 5% roztokem formaldehydu nebo ethylenglykolu a přikryté hliníkovou nebo plastovou stříškou, která zabraňuje dešti a drobným hlodavcům past znečistit. Pasti jsou zapuštěné do země a rozmístěné většinou ve vzdálenostech asi 10 metrů od sebe. [40]

Tato metoda nám však nedává informace o populační hustotě a početnosti druhů v půdě. Náplň pastí může také zkreslovat výsledky, protože je pro některé druhy atraktivní. Další nevýhodou je, že upřednostňuje větší druhy bezobratlých, ale zase monitorování může probíhat časově neomezeně. [49]

Kromě metody zemních pastí se využívají ještě další metody. A to je metoda sběru opadu a vrchních vrstev půdy v určených čtvercích, metoda zpětného odchytu vypuštěných

značených jedinců a jeho porovnání s počtem odchycených neoznačených kusů a také odchyt v ohrazených plochách zamezujících migraci s okolním prostředím. [49]

Vzorky je potřeba rozlišit na dvě skupiny a to na vzorky z plantáží obklopených intenzivně obhospodařovanými poli a pastvinami a vzorky z plantáží obklopených různorodou krajinou. [49]

6.2 Vliv opláštění plantáží na biodiverzitu

Při větší rozloze je nutné plantáž oplástit, tedy vysadit na jejích hranicích dřeviny domácí na daném území. Opláštění by nejlépe mělo být stupňovité od stromů přes keře až popřípadě k bylinám. Mělo by být z domácích, na stanovišti se původně vyskytujících rostlin. V ČR jsou již pro opláštění ověřené dřeviny: javor babyka (*Acer campestre*), javor mléč (*Acer platanoides*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), habr obecný (*Carpinus betulus*), líska obecná (*Corylus avellana*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), vrba bílá (*Salix alba*), jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia*) a z keřů svída krvavá (*Cornus sanguinea*), krušina olšová (*FrangulaFrangula alnus*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), trnka obecná (*Prunus spinosa*), růže šípková (*Rosa canina*), ostružiník vonný (*Rubus odoratus*), vrba jíva (*Salix caprea*), bez černý (*Sambucus nigra*). [41]

Je nutné zohlednit podmínky daného stanoviště a porostů vyskytujících se v nejbližším okolí. Většinou je potřeba také porost ošetřit nátěrem proti okusu zvířat.

Opláštění plantáže poskytuje pro živočichy v krajině nové stanoviště, působí jako biokoridor, pomáhá pronikání organismů do plantáže, zabraňuje erozi a podporuje stabilitu místního klimatu. Dřeviny v opláštění zabraňují vyplavování živin a podporují malý vodní cyklus v krajině. Rozvoj půdního edafonu je podpořen opadem listů. Tyto kladné účinky ovlivňují druhové složení živočichů, které je prokazatelné studiem epigeických brouků. Z tohoto studia je také patrné, že diverzita plantáží je větší než u okolních biotopů. Ekosystém si tak dokáže udržet stabilitu a snadněji se vyrovnat se změnami a zásahy, protože je dostatečně rozmanitý.

Funkce porostů plantáží i opláštění závisí na konkrétní struktuře krajiny, způsobu a intenzitě využívání, metodě hospodaření, charakteru osídlení, stavu a rozmístění přírodních prvků i zdrojů znečištění a devastací. Před zavedením plantáže a opláštěním je nutné zvážit výběr stanoviště, přizpůsobit tvar porostu a zamyslet se nad dostatečně pestrá druhovou skladbou. [41]

7 PRŮBĚH PĚSTOVÁNÍ RRD

Nejrozšířenějším druhem RRD u nás jsou topol a vrba. Pěstují se na plantážích se sklizní po 3 – 7 letech tzv. minirotace. Pěstováním se získávají prýty, řízky nebo biomasa. Prýty jsou uštíhnuté výhonky stromků, které lze získat již po prvním roce růstu, a následně se sadí do země. Mohou se však také dělit na řízky, nastříháním prýtu na asi 20 cm dlouhé paličky. Řízky se sadí do země nebo do květináče či kelímku, kde dojde k zakořenění, a vzniknou tzv. kořenáče, ty se poté sadí na pole a lépe se ujímají, protože rostlina už má kořenový systém. Vytěžené dřevo (biomasa) se zpracovává různým způsobem – nejběžnějším produktem je štěpka, která se potom využívá jako palivo nebo průmyslová surovina (výroba tekutých paliv, konstrukční materiál). Dalšími produkty jsou pelety nebo kulatina na spalování. [55, 29]

Výběr stanovišť a klonů je možno provést pomocí základní pěstební rajonizace doporučených klonů RRD.

7.1 Výběr dřevin

Pro podmínky České republiky, tedy mírného klimatického pásma, jsou zatím vybrány jako vhodné klony topolů a vrb. Jiné dřeviny procházejí testováním. Např. olše, akát, pajasan, líska atd., ale v praxi zatím nejsou využívány. Nemůžeme určit jako přednostní klony jen topoly nebo jen vrby, kvůli velmi proměnlivým podmínkám na našem území. Určení daného klonu závisí na mnoha faktorech, kterými jsou např. požadovaný produkt, mechanizace využívaná pro pěstování a sklizeň, ale také dostupnost daných klonů.

Klon je geneticky jednotné potomstvo vegetativně rozmnožené z jednoho jedince. A porosty klonů jsou tedy geneticky jednotné. Odrůda je výsledek šlechtitelské práce a je rozpoznatelná charakteristickými morfologickými znaky nebo vlastnostmi. [29]

Základem pro výběr klonů k založení plantáže je tzv. seznam doporučených klonů schvalovaný MZe. Tento seznam obsahuje 25 klonů vrb a 22 klonů topolů. Dalším podkladem je seznam VÚKOZ „Přehled klonů rychle rostoucích dřevin schválených MŽP pro zakládání výmladkových plantáží pro energetické využití“ (viz příloha č. 1) a ten byl zaveden z důvodu posouzení klonů a rizik jejich rozšíření v krajině podle zákona č. 114/1992 sb., o ochraně přírody a krajiny. V seznamech je uveden i sortiment, který nemá tak vysoký výnosový potenciál a je tedy určen např. k opláštění plantáže. Seznam je každoročně zpřesňován např. metodickými pokyny MŽP a MZe a doplňován podle výsledků výzkumu, provozní praxe a v důsledku nových zákonů. [29]

Výběr klonů či odrůd je velice závislý na konkrétních půdních a klimatických podmínkách daného stanoviště. K výběru stanovišť i daných klonů je možné využít rámcovou typologii a rajonizaci doporučených klonů RRD zpracovanou VÚKOZ. Pro vybrané stanoviště potom můžeme klony a odrůdy vybírat z domácích popřípadě zahraničních sbírek. [56]

7.2 Rajonizace doporučených klonů RRD

V experimentálních porostech topolů a vrb na několika stanovištích bylo provedeno dlouhodobé hodnocení a na základě tohoto hodnocení byla vytvořena rámcová pěstební rajonizace doporučených klonů RRD pro výmladkové plantáže v ČR a odhad výnosového potenciálu. [36]

Rajonizace je provedena v systému bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), jež poskytují popis stanoviště bez rozlišování pěstovaných kultur hlavně z hlediska produkčního potenciálu na základě konkrétních agroekologických vlastností. Můžeme tedy pomocí BPEJ posoudit, jakého ekonomického efektu na stanovišti za daných přírodních podmínek lze dosáhnout. Posouzení jednotek se provádí hlavně z hledisek produkční schopnosti půdy, uplatňovaných struktur výroby, předpokládaných výnosů a nákladů na produkci. Každá tato jednotka je popsána pětimístným číselným kódem, který stanoviště charakterizuje. [57]

Tabulka 8: Číselný kód BPEJ. [57]

1. číslice	Klimatický region označený 0 až 9 – území s přibližně shodnými klimatickými podmínkami
2. a 3. číslice	Hlavní půdní jednotka (HPJ – účelové seskupení půdních forem podobných vlastností)
4. číslice	Kombinace svaživosti a expozice ke světovým stranám
5. číslice	Kombinace hloubky a skeletovitosti půdního profilu

Odhad výnosového potenciálu jednotlivých klonů z doporučeného sortimentu klonů byl proveden na základě sklizní a byl vyjádřen průměrnou hodnotou za tříleté období. [36]

Pro dosažení optimálních výnosů v dané lokalitě je nutno vybrat vhodné produkční klony na základě popisu jejich stanovištních nároků, které jsou uvedeny v popisu jednotlivých klonů podrobně v publikacích VÚKOZ.

7.3 Výběr lokality

Podle zkoumání velkého množství klonů topolů a vrb je zřejmé, že na výnosnost plantáže má větší dopad volba stanoviště než volba klonu. [56]

Většina klonů jsou světlomilné dřeviny a preferují stanoviště dobře zásobena vodou. Některé druhy snesou i delší zaplavení (30 dní i více). Na podmáčených stanovištích je však problém s využíváním mechanizace. Je dobré, aby klimaticko-půdní podmínky stanoviště byly důkladně a odborně posouzeny. [29]

Problematickou výběru stanoviště a klonů se zabývá VÚKOZ Průhonice. Výzkum se zaměřuje na provedení rajonizace nejperspektivnějších klonů pro rozmanitou škálu půdních a klimatických podmínek u nás. [57]

7.3.1 Když je stanoviště dáno

Je potřeba přizpůsobit výběr dřevin danému stanovišti a jeho půdně-klimatickým podmínkám. Proto je nutné popsat stanovištní podmínky. Pokud se jedná o atypické stanoviště (rekultivace, kontaminovaná půda), je vhodné provést půdní rozbor. Velmi důležité v našich podmínkách jsou informace o zaplavení pozemku a o způsobu jeho využití v dřívějších letech. [23]

7.3.2 Pokud je možno vybrat stanoviště

Mnoho druhů a klonů topolů a vrb preferuje stanoviště dobře zásobená vodou, dává na nich i nejvyšší výnosy. Jak již bylo řečeno, některé druhy snesou dočasné zaplavení po dobu 50–60 dní. Velmi dobře rostou na říčních náplavách nebo i na místech bez vegetace s dobrými zásobami vody, např. náspech, navážkách, lesních pasekách. [23]

7.4 Předsadební příprava pozemku

Připravování pozemku je nutné začít rok před výsadbou, a to proto, abychom dosáhli ideálních podmínek v době prvních 2–3 měsíců po výsadbě. V podmínkách České republiky je potřeba v této době maximálně omezit růst plevelů a optimalizovat vlastnosti půdy pro zakořenění ať už řízků, prýtů nebo sazenic.

Plevel omezuje růst dřevin těmito způsoby:

- Kořenovou konkurencí tím, že je připravuje o vodu a živiny;
- Nadzemní konkurencí vegetačních orgánů a to zamezením přístupu světla k prýtům.

Ověřeným a preferovaným způsobem je opakované mechanické odplevelování zároveň s pěstováním přípravné plodiny, což je např. řepka, konopí nebo ječmen. Není doporučováno chemické odplevelování kvůli ochraně přírody a tvorby půdních reziduí, které omezují růst RRD i několik let po použití. Výjimečně jsou používány ověřené bio degradující preparáty, hlavně Roundup. Pokud však použijeme tento způsob omezení plevelů, může se posunout termín výsadby na méně vhodné období, protože musíme počkat 14 dnů na ověření účinnosti. [35]

Podzimní orbu a přípravu půdy na již odpleveleném území je nejlepší provést tak, abychom na jaře už orat nemuseli, protože toto jarní orání porušuje přirozenou kapilaritu půdy, a tím přispívá k vysušování půdy hlavně v horní vrstvě (15 – 20 cm). Pokud je však nutné orat, je nejlepší orbu provést co nejdříve, aby se kapilarita půdy obnovila co nejrychleji. Na jaře je nejvhodnější už jen půdu kypřit popřípadě vyrovnat. Pokud plantáž plánujeme na velmi těžkých jílovitých půdách, je nutné provést hlubokou orbu, aby se půda dostatečně provzdušnila. V případě zakládání na louce je nejlepší odstranit svrchní drnovou vrstvu. [23]

7.4.1 Příprava sadebního materiálu

Nejčastěji se sázejí řízky nařezané z jednoletých prýtů, které se získávají z porostů pěstovaných na produkci prýtů (matečnic). Prýty před sázením musíme skladovat v chladu nejlépe ve vlhké místnosti. Požadované čisty řezu prýtu dosáhneme např. na pásové pile, popřípadě můžeme prýty stříhat zahradními nůžkami, ale tento proces je samozřejmě namáhavější a mnohem zdlouhavější. Délka řízku by měla být mezi 18 – 22 cm s průměrem 0,5 – 2,2 cm. V místech s častějším výskytem přísušků nebo v zaplavených lokalitách použijeme trochu delší řízky.

Skladování řízků 1 – 2 měsíce je optimální při teplotě 2 – 4 °C, pokud řízky skladujeme déle, měli bychom je uchovávat při teplotě pod 0 °C a vysoké vlhkosti.

Aby nedocházelo k vysychání, měl by se materiál zabalit do igelitu popřípadě igelitových pytlů. Než dojde k výsadbě je potřeba řízky namočit ve vodě na 1 den. Někdy je možné vysazovat již zakořeněné řízky, pokud je stanoviště hodně nepříznivé. [29]

7.5 Založení plantáže

Základem pro sadbu RRD jdou tedy řízky, které se sadí do upravené půdy, která byla na podzim zoraná, zkultivovaná a srovnaná. Řízky jsou 20 – 30 cm dlouhé, úzké a nařezané z jednoletých výhonů. Méně používané je kladení celých prýtů 2 – 4 m a pro velkoplošnou praxi se tento způsob zatím ověřuje. Výsadbový materiál je nutné brát pouze z ověřených zdrojů, kterými jsou dnes např. specializovaná výzkumná pracoviště a porosty provozované nejméně tři roky, jejichž provozovatelé prokázali odbornou a provozní způsobilost. [23]

- **Jarní výsadba** - Určení termínu závisí na půdních podmínkách a na průběhu počasí. Ideální je období od poloviny března do konce dubna. Teplota půdy by měla dosáhnout + 5°C. Pokud na stanovišti hrozí přísuška, je dobré sadbu těmito podmínkami přizpůsobit, a tedy sadit dříve nebo až po skončení přísušků.
- **Podzimní výsadba** - Ne tak často používaný způsob. Sáží se někdy v období října až listopadu.

7.5.1 Ruční výsadba

7.5.1.1 Vertikální výsadba

Manuální výsadba probíhá zapichováním rovně nebo mírně šikmo do půdy. Někdy je nutno použít ruční sazeč o průměru 1 cm na vytvoření díry v půdě, aby nedošlo k poškození řízku. Řízky mají vyčnívat maximálně 3 – 5 cm nad povrch půdy. Půdu musíme kolem řízku pořádně ztutnit. Při sázení je důležité vysadit řízky s pupeny směrem nahoru [58]

7.5.1.2 Horizontální výsadba

Méně obvyklý způsob výsadby. Probíhá kladením jednoletých prýtů o délce 2 – 4 m do rýhy, která je 5 – 10 cm hluboká. [29]



Obrázek 6: Sazení řízků ručně [59]

7.5.2 Mechanická výsadba

Mechanizovaná výsadba je závislá na typu sazeče, kterým může být např. klasický lesnický dvojřádkový sazeč za traktor.

7.5.2.1 Sazečka jednořádková

Zatím nejjednodušší způsob. Tato sazečka osází asi 3 ha za jeden den. Průměrná hodinová produkce se pohybuje mezi 1 500 zasazených řízků za hodinu při vzdálenosti 50 cm mezi jednotlivými řízků. [58, 60]



Obrázek 7: Sazečka jednořádková za traktor [60]

7.5.2.2 Dvouřádková sazečka

Jeden z nejmodernějších způsobů. Vyrábějí se dvou, čtyř, až šesti řádkové. Za den zvládne osázet od 8 do 25 ha. Průměrná hodinová produkce se pohybuje mezi 1 750 – 1 800 zasazených řízků za hodinu.



Obrázek 8: Sazečka dvouřádková [61]

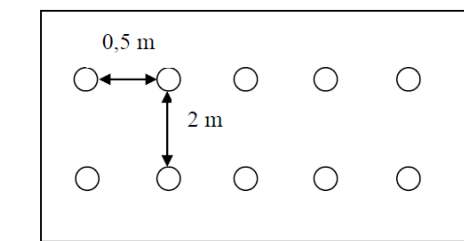


7.5.3 Schéma a tvar výsadby

Nejčastěji používané schémata výsadby jsou:

- do jednořádků ve sponech (0,5 – 0,3m) x (1,5 – 3 m - mezi jednořádky)
- do dvouřádků ve sponech (0,75m) x (0,75m) a (1,5 – 3 m mezi dvojřádky).

Na jeden ha se může vysázet až 8 000 ks řízků při sponu 0,6 x 2 m. Před sadbou je potřeba určit, pro jaký účel výsadbu provádíme. Pokud pěstujeme topoly na dřevo, které se sklízí asi jednou za 5 let, je nutné, aby byl spon větší a stromy si nekonkurovaly. Spon se také musí přizpůsobit používané technice. Dvojřádky jsou vhodnější pro mechanizované sklizně. Naopak na velmi zaplevelených stanovištích se těžce ručně nebo polomechanicky odpleveluje uvnitř dvojřádku, proto volíme raději jednořádky. [23, 29]



Obrázek 9: Příklad sponu výsadby

Je doporučeno sázet na jednu plantáž více klonů a druhů kvůli zvyšování ekologické stability a druhové pestrosti. O správné volbě těchto směsí by se měli pěstitelé poradit s odborníky. [23]

7.5.4 Založení matečnice

Matečnice je plantáž pro reprodukci porostu, z níž se každý rok sklízí a stříhají prýty na řízků. U takových plantáží je vhodný spon jednořádkový 0,5 x 2 m, což na jeden ha dá 10 000 kusů. Jednořádky jsou vhodnější pro odběr řízků, když stromy dosáhnou větších rozměrů.

Největší plodnost porostů matečnic je asi po 3 letech od výsadby. Potom je možné sklídit 300 – 500 tisíc kusů řízků. [29, 62]

7.6 Údržba plantáže

7.6.1 Ochrana proti plevelům

Pro úspěšné založení plantáže je rozhodující omezení plevelů před a v průběhu jednoho až dvou let po výsadbě. Konkurence plevelů způsobuje pomalejší růst, a proto první významný přírůstek dřevin nastává v těchto případech až v 2. nebo 3. roce. Konkurence může v kombinaci s jinými nepříznivými vlivy (sucho, pomalé odplevelování) způsobit zvýšení ztrát. Plevel se také může už v 2. – 4. týdnu po výsadbě uzavřít nad rašícími prýty a ty postupně zahnijí. Odplevelování je v této době už velmi složité. Musí probíhat pouze ručně, protože prýty jsou od plevele těžce rozeznatelné. [29]

Odplevelování je nutné začít co nejdříve po výsadbě. Prýty jsou schopny přerůst plevel až v letních měsících. [29]

Způsoby odplevelování:

1. Mulčování

Mulčování je odplevelování pokrytím záhonu tenkou vrstvou organické hmoty. Přispívá k ochraně půdy před vysycháním a nadměrným slunečním zářením, brání růstu plevelů a chrání půdu před erozí. Mulčovací hmota také způsobuje příznivé vlhkostní podmínky ve svrchní vrstvě půdy a RRD mají pak dostatečné množství pohotových živin. Sekaná hmota z vlastní plochy nestačí, proto je nutné použít rostlinnou hmotu z dalších ploch. U trvalých plevelů dochází však tímto odplevelováním k zahuštění drnu a to může způsobit zpomalení růstu dřevin a oddálit první sklizeň biomasy až o 2 roky. [23]

2. Diskování

Diskování probíhá pomocí stroje, který jednak odstraní plevel, ale také provzdušní půdu, která pak snáze vstřebává vodu.



Obrázek 10: *Diskování plantáže [63]*

3. Sekání

Sekání plevelů pomocí sekačky je náročnější a je nutné provádět častěji než např. mulčování.

4. Chemická likvidace

Likvidace plevelů pomocí herbicidů je náročné, protože topoly jsou na jejich účinek velmi choulostivé. Je možné herbicidy použít po zasazení řízků, ale dříve než vyraší lístky. Někdy může být aplikován i např. prostředek ROUNDUP, ale na použití těchto prostředků je nutno

si dávat veliký pozor. Používané prostředky by měly být rozložitelné, aby nedocházelo k tvorbě reziduí v půdě. [23]

Nejlepším způsobem odplevelování je sekání a vyžínání, protože nejméně narušuje mikroklima pro organismy a podporuje akumulaci organické hmoty a živin v půdě. Omezované plevely taky přispívají k omezení eroze půdy. [29]

7.6.2 Ochrana proti okusu zvěří

Okus a vytloukání zvěří může mít za následek poškození výsadby hlavně u menších ploch pod 1 ha. Je možno preventivně volit skladbu RRD z dřevin, které vtlokáním trpí nejméně, např. balzámové topoly a jejich hybridy. Dalším způsobem omezení okusu je opláštění a oplocení plochy plantáže. [29]

7.6.3 Hnojení a zalévání

Hnojení průmyslovými hnojivy není moc doporučováno. Používané je pouze na chudých stanovištích. Většina našich orných půd je však pro dřeviny dostatečně zásobená živinami. Hnojení dusíkem může podpořit růst a produkci u topolů. Pokud pěstujeme RRD na živinami dobře zásobených stanovištích, podpoříme pouze rychlejší nástup maximální produkce, ale celkový výnos poznatelně neovlivníme.

Pokud hnojíme, používají se například dusíkatá hnojiva, nebo také popel, který se zpětně odebírá ze spaloven biomasy. [64] Při hnojení je potřeba dbát na správné dávkování, aby se splavením hnojiva neznečistily zdroje vody. Pokud jde o zavlažování u zakořeněných porostů není problém s vysycháním, a proto zavlažování zvažujeme jen u čerstvě vysázených plantáží a hlavně v případě přísušku hned po výsadbě. [23]

Při rozhodování o případném přihnojování je nutné zvažovat následné:

- bohatost půdy na minerály;
- pH půdy;
- předešlé pěstované plodiny.

Nejlepší je odebrat půdní vzorky a provést analýzu, abychom dokázali určit, co je potřeba do půdy dodávat. Listy, které v dalších letech padají ze stromů, také slouží jako dodatečné hnojivo pro půdu. [36] V této době se ověřuje možnost hnojení klonů čistírenskými kaly.[29]

7.6.4 Využití čistírenských kalů na výmladkových plantážích

Čistírenské kaly jsou velmi složitou heterogenní suspenzí anorganických a organických látek, která vzniká při procesech čištění odpadních vod v ČOV. Tyto kaly mohou být dobrým zdrojem organické hmoty, základních živin a stopových prvků, a proto také zlepšit fyzikálně – chemické a biologické vlastnosti půdy.

Využít je lze, pouze pokud vyhovují mezním hodnotám koncentrací rizikových látek a prvků, které jsou stanoveny vyhláškou. Nežádoucí složky z vody se při jejím čištění koncentrují a vznikají kaly, které jsou později upraveny, aby jejich použitím nedošlo k nepříznivému dopadu na životní prostředí a zdraví člověka. Upravování kalů tvoří většinou víc než polovinu nákladů na čištění odpadních vod, proto je nutné, aby využívání a úprava kalů byla posuzována i z ekonomického hlediska.

Se stále se zvyšujícími požadavky na čistotu odpadní vody se také zvyšuje množství vznikajících kalů, a je tedy dobré zaměřit se na jejich minimalizaci a recyklaci, a tím omezit množství ukládaného odpadu. Proto je jejich využití jako hnojiva v zemědělství vítaným řešením.

Také z důvodu snížení množství statkových hnojiv v poslední době a zvyšující se spotřeby průmyslových hnojiv jsou čistírenské kaly dobrou alternativou. Obsah živin je

významný, ale liší se podle jednotlivých ČOV. Významný je vysoký obsah dusíku a fosforu. Používání je však omezeno přítomností toxických prvků, hlavně těžkých kovů (Zn, Cu, Co, Pb, Hg, Cr, Cd), rizikových organických látek a patogenních mikroorganismů.

Na kvalitu a hygienickou nezávadnost jsou kladeny vysoké nároky zákony a vyhláškami. Použití je povoleno, pokud je vyloučeno ohrožení zdraví zvířat nebo lidí, poškození kvality podzemních a povrchových vod, ale také ohrožení kvality půdy a mikroorganismů.

Plantáže RRD mohou být velmi dobře využity k odstranění těžkých kovů z čistírenských kalů. Tyto dřeviny mají kořenový systém se schopností absorpce a akumulace těchto kovů. Problémem je, že obsahují kromě velkého množství prospěšných látek velmi málo draslíků a hnojení by tedy nebylo vyvážené, proto je nutné aplikovat ještě další hnojiva s obsahem tohoto prvku. Jelikož RRD nejsou používány ke krmení zvířat ani nejsou potravinářskými plodinami, není zde riziko zanesení škodlivin do potravinového řetězce. Velké množství těžkých kovů je odstraněno růstem dřevin.

Odpadní voda může být také využita na zavlažování plantáží, ale musí být předem předupravena. Toto zavlažování můžeme aplikovat až rok po založení plantáže, aby byl již vyvinut kořenový systém, který zabrání vymývání.

Používání kalů a odpadních vod na plantážích vyžaduje pravidelné kontroly účinků na životní prostředí odběrem vzorků. [65]

Tabulka 9: Kvalita kalů podle požadavků vyhlášky č.382/2001 Sb.[66]

Riziková látka	Mezní hodnoty koncentrací dle vyhlášky (mg·kg ⁻¹ sušiny)
As	30
Cd	5
Cr	200
Cu	500
Hg	4
Ni	100
Pb	200
Zn	2500
AOX	500
PCB	0,6

7.7 Sklizeň plantáže

S rozvíjejícím se zájmem o RRD došlo také k pokroku v technologických postupech zpracování produktů a to i přesto, že tyto technologie jsou celkem nové. Vše je však pouze ve stupni vývoje a neexistuje zatím mnoho zkušeností a ověřených výsledků. Byly vyvinuty např. štěpkovače, drtiče a svazkovače. Všechny technologie zpracování musejí odpovídat požadavkům jak producentů biomasy, tak jejím zpracovatelům. [67, 68]

Dřeviny se sklízí v tzv. velmi krátkém obmytí a to v podmínkách ČR znamená někdy mezi 3. – 6. rokem. Proto pokud plantáž máme 15 – 25 let, budeme ji sklízet 4 – 8krát. Není dobré sklizeň provádět častěji, protože produkce pak poklesne dřív než do 10 let. Je tedy nutné dodržet minimální periodu 3 – 4 let.

Rok sklizně není přesně určen, takže jej můžeme přizpůsobit situaci na trhu. Nejvhodnější je provádět sklizeň v zimě, protože je v pletivech rostlin nejméně vody a půda může být zmrzlá což je vyhovující pro pojezd strojů. [29]

Matečnice jsou sklizeny každý rok i v případě, že není dostatečný odbýt, protože pouze každoročním seřezáváním získáme kvalitní nevětvený prýt.

Existují tři typy sklizně výmladkových plantáží:

- **Pořezání a snopkování**, které se provádí ručně popřípadě mechanizovaně. Sklizeň ručně probíhá řezáním křovinořezem. K mechanizované sklizni používáme přídavné zařízení za traktor, nebo specializovaný sklízecí stroj, který podřezává kmeny v určité výšce. Sklizená biomasa je ponechána k vysušení na plantáži nebo na místě dalšího zpracování. Poté dojde většinou k zpracování na štěpku.
- **Pořezání a štěpkování** je sklizeň, při níž používáme samojízdné nebo tažené sklízecí stroje, které dřevní štěpku vyrábí přímo na poli. Tato štěpka má sice vyšší vlhkost, ale snadněji se s ní manipuluje a snadněji se dopravuje.
- **Pořezání, štěpkování a peletování** je způsob, kdy se využívá samojízdný sklízecí stroj biotruck, který vyrábí přímo peletky na poli. Zase je výhodou jejich snadná doprava a manipulace. [28]

7.7.1 Štěpkovače

Nejčastějším způsobem zpracování RRD na výmladkových plantážích je tedy štěpkování na štěpku určité délky, jejíž fyzikální vlastnosti závisí na použité mechanizaci a charakteru zpracovávaných dřevin.

Pro vrby s obmýtní dobou do 4 let lze použít řezačku na kukuřici. Pro různé staré porosty vrby a ostatní druhy RRD se používají speciální stroje, jejichž společným prvkem je odřezávač. [9]

Štěpku získáváme posekáním větví, kmenů nebo celých stromů. Ve strojích na štěpkování dojde k dělení dřeva sekacími noži napříč vlákny a dělení na potřebnou tloušťku podél vláken pomocí klínového tvaru nože. V zahraničí se uplatňuje kooperace několika pěstitelů v oblasti, kteří vytvářejí sdružení za účelem efektivního využívání sklízecích strojů. [23, 70]

1. Diskové štěpkovače

Nejpoužívanější typ stroje na štěpkování. Nože se nacházejí na disku. Produkují velmi kvalitní štěpku. [70]



Obrázek 11: Disk s noži [65]

2. Bubnové štěpkovače

Nože jsou umístěny na rotujícím válci (bubnu). Transport biomasy do stroje probíhá pomocí podávacího pásu a vtahovacího válce. Břity jsou pevně připevněny na obvodu rotoru a jsou děleny na více jednotlivých břitů. Tento štěpkovač používáme pro dřevo menších rozměrů. [67]



Obrázek 12: Bubnové štěpkovače [71]

3. Šroubové sekačky (štěpkovače)

Slouží k sekání tenkých stromků a kmenů. Fungují podobně jako mlýnek na maso. Šroubovice se postupně zařezává do dřeva.

Štěpkovače také dělíme podle dávkování dřeva. Na ty s ručním dávkováním dřeva, a s mechanickým dávkováním dřeva. Mechanické dávkování je např. pomocí hydraulické ruky. [67]

7.7.2 Drtiče

Ty jsou používány na dřevo, které nemůže být zpracováno na štěpku. Dřevo znečištěné, drobné apod. Drtiče mají místo nožů pohyblivě nebo pevně připevněná kladiva. Kladiva mohou mít výměnné hrany nebo jsou bez ostrých hran specializovaná pro drcení. [67]



Obrázek 13: Dřevní štěpka ze štěpkovače a z drtiče [72]

7.7.3 Svazkovače těžebních zbytků

Jiný název je paketovací stroj nebo balíkovač. Stroj sbírá klest a dřevní odpad a ve svazkovací jednotce z něj lisuje kompaktní balíčky. Jeden takový balík skrývá asi 1 MWh energie, což se ale mění podle typu dřeva a jeho vlhkosti. Objem svazků je nižší než objem štěpky při stejné hmotnosti. [67]

7.7.4 Sušení a uskladnění

Biomasa z výmladkových plantáží sklizená v zimním období obsahuje 45 – 55 % vody (přibližně 1 l/kg suché váhy). Je proto důležité čerstvě sklizenou biomasu dosušit na vlhkost 20 – 30 %. Dosoušení se provádí ve vhodném zastřešeném skladovacím prostoru. Dají se k tomu využít velkoobjemové seníky s nucenou nebo přirozenou ventilací. [23]

Pro skladování dřevní štěpky potřebujeme díky její nízké objemové hmotnosti prostornější sklady, velkoobjemová síla, nebo haly. V případě instalace kotle na štěpku v rodinném domě

je potřeba počítat s odpovídajícími prostory, např. ve sklepě pro minimálně 50 m³ štěpky. Ve skladu musí být především zaručeno nezbytné provětrávání. Palivová štěpka má vyšší obsah vody, je náchylná k plesnivění a zapařování, což by mohlo v uzavřených místnostech vést k riziku samovznícení. Dostatečné provětrávání skladu nám zajistí i dosoušení štěpky během skladování. Uskladnění přímo ve vytápěných obytných budovách bez účinného provětrávání skladu se nedoporučuje, v některých zemích je přímo zakázáno. Při skladování většího objemu dřevní štěpky je potřeba dimenzovat vstup do skladu pro dopravní a manipulační techniku. [72]

7.8 Výhřevnost štěpky

Nejdůležitějšími fyzikálními parametry jsou spalné teplo a výhřevnost. Výhřevnost stanovíme výpočtem na základě spalného tepla a zjištěného obsahu vody. Spalné teplo se pohybuje se v rozsahu 14,7 až 21,1 MJ.kg⁻¹. Vliv na výhřevnost má poměr obsahu ligninu a celulózy ale také obsah pryskyřic. Se stoupajícím objemem vody v dřevní hmotě klesá její výhřevnost, což způsobeno stoupajícím množstvím tepla potřebného k odpaření obsažené vody (viz obrázek č. 2). RRD v době růstu obsahují 75 až 85 % vody. Pokácené a nařezané dřevo obsahuje okolo 50 % vlhkosti. [73]

Tabulka 10: Porovnávání výhřevnosti štěpky a jiných fosilních paliv [74]

Palivo	Vlhkost (%)	Výhřevnost (MJ/kg)	Objemová hmotnost (kg/m ³)
Polena (měkké dřevo)	0	18,56	355
	10	16,40	375
	20	14,28	400
	30	12,18	425
	40	10,10	450
	50	8,10	530
Dřevní štěpka	10	16,40	170
	20	14,28	190
	30	12,18	210
	40	10,10	225
Sláma obilovin	10	15,50	120 (balíky)
Sláma kukuřice	10	14,40	100 (balíky)
Lnění stonky	10	16,90	140 (balíky)
Sláma řepky	10	16,00	100 (balíky)
Černé uhlí	1	24	770 - 880
Hnědé uhlí	5 – 20	14,60	650 - 780

7.9 Opláštění plantáže

V ČR jsou podmínkou pro vysazení plantáže izolační pásy okolo porostu. Funkce těchto pásů je jednak přirozené začlenění do okolní krajiny, dále retardační bariéra proti rozšíření těchto nepůvodních druhů do okolí a proti rozšíření jiných nevhodných prvků jako jsou spory rzi. Dalším důvodem pro zavádění těchto pásů je ochrana RRD proti okusu zvěří.

Opláštění je zásadně zakládáno z druhů vyskytujících se přirozeně na daném území. Minimální rozměr opláštění je velikost jednoho dvojřádku. [75]

7.10 Rušení plantáže

Po 15 – 25 letech začne produkce plantáže klesat a není již udržitelná z ekonomického hlediska. Je tedy nutné plantáž zrušit. K likvidaci je dobré přistoupit co nejrychleji po poslední

sklizni. V jakém stavu půda je po zrušení plantáže, závisí hlavně na úrodnosti půdy a na objemu hnojení v průběhu pěstování. [29, 35]

Z půdy musí být odstraněny pařízky, k čemuž se využívají speciální frézy. Poté musejí být odstraněny zbytky kořenů hlubokou orbou, popř. rotavátorem, protože je zde riziko vyrůstání výhonků ze zbytků kořenů. Stav půdy po zrušení plantáže je nutné zjistit půdními rozbory. Pokud je stav dobrý, někdy může být i lepší než před založením plantáže, můžeme půdu ihned na jaře osít (obilniny, traviny apod.). Ukáže-li rozbor, že půda není v nejlepším stavu, je potřeba ji dohnojit, popřípadě meliorovat zasetím jiných plodin (vojtěška, jetelo-travní směs). [29]

8 ŠKODLIVÍ ČINITELE VE VÝMLADKOVÝCH PLANTÁŽÍCH

Protože RRD jsou nepůvodními druhy na našem území, je nutné vyhodnocovat a sledovat výskyt a epidemiologické vazby škodlivých organismů, které vznikají v podmínkách našich ekosystémů. Je to nutné nejen z důvodu ochrany plantáží samotných, ale také z důvodu ochrany místního biotopu. [76]

Vliv na dobrý zdravotní stav a tedy i odolnost rostlin ke škodlivým činitelům mají tyto faktory:

- výběr vhodného stanoviště;
- kvalitní sazenice a tedy i dobrý zdravotní stav výchozích množitelských porostů;
- kvalitní příprava půdy;
- půdně – klimatické podmínky;
- optimální technologie a pečlivost sázení, pěstování a sklizně;
- regulace zaplevelení. [76]

Porosty, které nejsou pěstovány správně, lehce podlehnou poškození. Snažíme se také pro dané stanoviště volit vhodné klony a posuzujeme jejich náchylnost k různým chorobám a škůdcům. Některé klony však vynikají rezistencí k určitému škůdci a chorobě, ale zato snadno podléhají jiným chorobám nebo škůdcům. Vhodné je tedy volit kombinaci různých klonů. Dalším významným faktorem je likvidace plevelů, napadených rostlin, zbytků po těžbě apod., protože tento odpad přispívá k rozmnožení chorob a škůdců na plantáži. [77]

8.1 Škůdci

Mezi savý hmyz a roztoče, kteří se vyskytují na plantážích topolů, patří roztoči (*vlnovníci, hálčivec topolový*), křísi (*pěnodějka vrbová, tykadlatka značená*) a mšice (*dutíky, brvnatky a vrbovice*). Tito škůdci představují nebezpečí především pro mladé rostliny.

Proti listožravému hmyzu, jako jsou např. mandelinkovití (*dřepčící*) nebo nosatcovití (zobonosky), napadajícímu RRD se zásahy provádějí minimálně. Hmyz, který napadá kmeny a větve, jsou např. kozlíčci, krytonosci olšový a nesytka. Místa, kde je kmen poškozen těmito škůdci, jsou často napadena houbami. Nejlepší prevencí je likvidace těchto škůdců v okolí plantáže. [76]

8.2 Choroby

Významnými škodlivými činiteli jsou listové houby (např. rodu *Melampsora*), které způsobují rzi. [76] Projevem těchto rzí jsou oranžové kupičky (výtrusy) na listech, které někdy pokryjí do konce léta i celou plochu listu, a dojde tak k předčasnému opadu listů. Tyto houby rozdělujeme podle mezihostitele. U nás velmi rozšířenou je rez *Melampsora larici-populina*, které jako mezihostitel slouží hlavně modřín opadavý. Rzi se vyskytují na většině topolů. Ochranou proti nim je hlavně vysazení ochranných pásem (opláštění), ve kterých se

nevyskytují mezihostitelé těchto rzí, a popřípadě aplikace fungicidů 2 – 3 krát od objevení prvních výtrusnic v intervalech 14-ti dní. Je možné také volit klony odolnější vůči těmto škůdcům. [72]

Další rozšířenou houbou je *Marssonina*, která napadá mladé listy a vytváří na nich typické skvrny. Podle typu skvrn se rozlišují jednotlivé druhy. Ochranou proti této rzi je použití fungicidu v době rašení lístků a poté ještě 2 krát v intervalu měsíce.

Jiná houba způsobující skvrnitost a odumírání konců letorostů je *Pollaccia*. Při velkém rozšíření choroby listy odumírá, opadáva a vrchol letorostu krní a kroutí se. [77]

Houba napadající kůru – Dotichíza, jejíž projevem je tmavnutí kůry, může způsobit až odumírání kůry na letorostech a mladých kmenech. Původcem choroby je odpad po těžbě, nebo zanedbávání včasné těžby. Ošetření provádíme fungicidy, stejně jako proti jiným houbovým chorobám. [77]

Podélné praskliny na kmenech a větvích, z nichž na jaře vytéká bělavá lepkavá tekutina, jsou příznakem výskytu korové nekrózy. Nekróza kmene a větví zhoršuje kvalitu dřeva a způsobuje odumírání stromů.

Topoly mohou být také napadeny parazity jako je, např. václavka obecná žlutoprstenná, která napadá porosty hlavně na nevhodných stanovištích. Ostatní dřevokazné houby většinou hostí poškozené stromy. Vliv těchto hub na výnos porostu stoupá s jeho věkem. [77]

Dalším významným onemocněním je infekce *Poplar mosaic virus*, který se lehce množí mechanicky i vegetativním množením. [76]

Důsledkem kombinace genotypu, toxonu, podmínek prostředí a agrotechnických zásahů se ukázalo jako významné i abiotické poškození kořenových systémů, seřezaných hlav, kmenů a větví. V místě takového poškození dochází k tvorbě predispozice k napadení patogeny. [76]

Období založení a období po sklizni jsou rozhodujícími pro zdravotní stav plantáže. Většina poškození má významný negativní důsledek na produkční i mimoprodukční funkci porostu. Význam jednotlivých škodlivých činitelů je velmi různorodý a je ovlivněn mnoha faktory. Jelikož plantáže RRD jsou rodové monokultury i při použití kombinace více klonů, škůdci a patogeny se celkem rychle množí a tudíž se poškození výrazně projeví. Je nutno provádět selekci, rajonizaci klonů i optimalizaci technologie s ohledem na odolnost vůči škodlivým činitelům. [76]

Problematika škodlivých činitelů plantáží RRD je velmi složitá a málo prozkoumané téma, protože sortiment RRD je fytopatologicky nedostatečně prověřený. [76]

9 ŽÁVĚR

Spotřeba energie stále roste a bude tomu tak i v budoucnu. Zásoby fosilních paliv se velice ztenčují a jejich extrémní využívání nepřispívá zemskému klimatu. Svět se začíná zajímat o obnovitelné zdroje energie, mezi něž patří také biomasa, která má určitě na našem území vysoký potenciál. Je to také způsobeno nadbytkem zemědělské půdy a v poslední době stále klesajícím zájmem o produkci potravin.

Rychle rostoucí dřeviny jsou producentem velmi kvalitní dřevinné biomasy za celkem krátký časový úsek, pokud to porovnáme s produkcí lesů. Jelikož tyto druhy jsou na našem území nové, je potřeba dobře prozkoumat a zvážit výhody i rizika jejich pěstování.

Podle mnoha autorů se produkce biomasy na plantážích s velmi krátkou dobou obmytí může stát velmi důležitým zdrojem energeticky využitelné biomasy. Je to jednak proto, že naše území disponuje dostatečným množstvím ploch relativně kvalitní orné půdy využitelné k těmto účelům, ale především náklady na získávání biomasy jsou celkem nízké a tento druh pěstování je šetrný k životnímu prostředí.

Kvůli rozšířenému zemědělství došlo v ČR ke značné devastaci krajiny. Pole tvoří velké lány bez přirozených hranic a zábran. Srážková voda odnáší půdu z polí a znečišťuje vodní toky používanými chemickými látkami. Pěstování monokultur a pravidelné obdělávání poškodilo půdu, vodní cykly v krajině a také diverzitu živočichů.

Z výzkumů provedených na plantážích lze usoudit, že RRD mohou v naší krajině velkou mírou přispět k revitalizaci zemědělských půd. Jejich vliv se projevuje např. zlepšením tepelného a vlhkostního režimu, produkcí kyslíku do atmosféry a snižováním obsahu CO₂, snížením prašnosti a vzdušnosti a také zlepšením půdních vlastností. Nezanedbatelný je také vliv na biodiverzitu.

Protože plantáže RRD jsou v našich podmínkách netradiční způsob pěstování a vyznačují se naprosto odlišným způsobem hospodaření než je běžné na polích nebo v lesích, můžeme očekávat vytvoření podmínek pro společenstva živočichů ne lesních, ale druhově mnohem rozmanitějších (tzv. přechodových). [41]

Pěstování RRD není zatím příliš rozvinuté, protože je stále v konkurenci s fosilními palivy. Je nutné stále rozvíjet a zdokonalovat technologie sázení, obhospodařování a sklizně, aby RRD byly ekonomicky konkurenceschopné. Přesto je pěstování těchto dřevin dobrou alternativou, jak využít ornou půdu šetrně k životnímu prostředí, podpořit revitalizaci krajiny, aniž by došlo k významným ekonomickým ztrátám.

10 SEZNAM ZDROJŮ

- [1] CENEK, M.: *Obnovitelné zdroje energie*. 2. vyd. Praha: FCC Public, 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9.
- [2] CELJAK, I.: Biomasa je nezbytná součást lidského života. *Biom.cz* [online]. 2008, prosinec [cit. 2013-11-18]. Dostupné z: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-nezbytna-soucast-lidskeho-zivota>>.
- [3] WEGER, J., JIRÁNEK, J., KAŠPÁREK, J.: Pěstovaná biomasa - významný domácí a obnovitelný zdroj energie. *Biom.cz* [online]. 1998 [cit. 2013-11-18]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/pestovana-biomasa-vyznamny-domaci-a-obnovitelny-zdroj-energie>](http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/pestovana-biomasa-vyznamny-domaci-a-obnovitelny-zdroj-energie).
- [4] WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K.: *Biomasa: obnovitelný zdroj energie v krajině*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2003. 51 s., ISBN 80-851-1632-4.
- [5] *Eko strážce*. [online]. 2014. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z [www: <http://www.ekostrazce.cz/texty/obnovitelne-zdroje>](http://www.ekostrazce.cz/texty/obnovitelne-zdroje).
- [6] KALETA, T.: Akční plán na podporu využití biomasy v Moravskoslezském kraji. *Krajská energetická agentura Moravskoslezského kraje, o.p.s.* [online]. 2011, prosinec [cit. 2015-02-08]. Dostupné z [www: <http://www.keamsk.cz/soubory/soubory/akcni-plan-na-biomasu.pdf>](http://www.keamsk.cz/soubory/soubory/akcni-plan-na-biomasu.pdf).
- [7] MALAŤÁK, J., JEVIČ, P.: *Přehled pyrolýzních technologií pro zpracování biomasy* [online]. 2006 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z [www: <http://odpady.tf.czu.cz/p/pz.pdf>](http://odpady.tf.czu.cz/p/pz.pdf).
- [8] JAKUBES, J., BELLINGOVÁ, H., ŠVÁB, M.: *Moderní využití biomasy: Technologické a logistické možnosti*. [online]. Česká energetická agentura, 2006 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z [www: <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>](http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf).
- [9] POHOŘELÝ, M., JEREMIÁŠ, M.: Zplyňování biomasy-možnosti uplatnění: *Biom.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zplynovani-biomasy-moznosti-uplatneni_>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zplynovani-biomasy-moznosti-uplatneni_). ISSN 1801-2655.

- [10] VÁŇA, J.: Biomasa pro energii a technické využití. *Biom.cz* [online]. 2003, březen [cit. 2012-03-19]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-a-technicke-vyuziti>>.
- [11] Top toplem. [online]. 2012, [cit. 2015-04-11]. Dostupné z www: <<http://www.toptopolem.cz/topoly.php>>.
- [12] STAF, M.: Výzkum termické konverze odpadní biomasy na plynná a kapalná paliva. *Biom.cz* [online]. 2005 [cit. 2015-04-11]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyzkum-termicke-konverze-odpadni-biomasy-na-plynn-a-kapalna-paliva>>. ISSN: 1801-2655.
- [13] JELEMENSKÝ, L., GAŠPAROVIČ, L., MARKOŠ, J.: Energetické využitie rastlinnej biomasy 2 – Termické procesy. *Biom.cz* [online]. 2013, květen [cit. 2013-11-18]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz-obnovitelne-zdroje-energie/odborne-clanky/energeticke-vyuzitie-rastlinnej-biomasy-2-termicke-procesy>>.
- [14] OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC, M.: *Technologie pro přípravu a energetické využití biomasy*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2007. 228s. ISBN 987-80-248-1426-1.
- [15] ŽÍDEK, M.: Energie z biomasy III: Anaerobní digesce zvolených substrátů na laboratorním fermentoru [online]. 2004, [cit. 2012-04-20]. Dostupné z WWW: <http://oei.fme.vutbr.cz/konfer/biomasa_iii/papers/08-Zidek.pdf>.
- [16] Anaerobní technologie. *Bioprofit.cz* [online]. 2007 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z www: <http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm>.
- [17] Seznam rostlin pro energetické účely. *Vukoz.cz* [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z www: <<http://www.vukoz.cz/index.php/sluzby/energeticke-plodiny>>.
- [18] WEGER, J., STUPAVSKÝ, V.: Legislativa pro cíleně pěstované energetické rostliny a rychle rostoucí dřeviny s ohledem na ochranu přírody, půdy a nakládání se sadbou. *Biom.cz* [online]. 2011, prosinec [cit. 2012-03-19]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/legislativa-pro-cilene-pestovane-energeticke-rostliny-a-rychle-rostouci-dreviny-s-ohledem-na-ochranu-prirody-pudy-a>>.
- [19] Legislativa zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin. [online]. 2011 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z www: <<http://www.japonskytopol-rk.cz/legislativa/povoleni/zadost/>>.

- [20] FIŠEROVÁ, L.: *Plán opatření ke zlepšování životního prostředí v obci na území Národního parku Podyjí a jeho ochranného pásma obce Horní Břečkov a Čížov. Domašov, Urbanistiko architektonická kancelář, 2005, s. 99.*
- [21] Dotace pro výmladkové plantáže RRD. *Vukoz.cz* [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z [www: < http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/dotace-pro-rrd >](http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/dotace-pro-rrd).
- [22] SOUČKOVÁ, H., MOUDRÝ, J.: *Využití fytomasy pro energetické účely. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2005. ISBN 80-7040-833-2.*
- [23] WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K.: *Biomasa: obnovitelný zdroj energie v krajině. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2003, 51 s. ISBN 80-851-1632-4.*
- [24] BIEMANS, M., WAARTS, Y., NIETO, A., GOBA, V., JONE-WALTERS, L. ZÖCKLER, CH.: *Impacts of biofuel production on biodiversity in Europe. Tilburg, Netherlands: European Centre for Nature Conservation. 2008. ISBN 978-90-76762-27-2.*
- [25] HAVLÍČKOVÁ, K.: *Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2008. ISBN 078-80-85116-65-6.*
- [26] WEGER, J. a kol. *Pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě z hlediska ochrany přírody. Průhonice: VÚKOZ Oddělení fytoenergetiky, 2011.*
- [27] WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K.: Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmýtí. *Biom.cz* [online]. 2002, leden [cit. 2013-11-20]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti). ISSN: 1801-2655.
- [28] HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J.: *Možnosti pěstování energetických dřevin v ČR a jejich ekonomika. Průhonice: VÚKOZ, 2004.*
- [29] SOUŠEK, Z., NIKL, M.: *Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2014.*
- [30] WEGER, J.: Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin – pro produkci biomasy k energetickému použití na zemědělské půdě. *Vúkoz.cz* [online]. 2005

[cit. 2011/06/08]. Dostupný z WWW:
<<http://mail.vukoz.cz/vukoz/biomass.nsf/pages/zasady.html>>.

- [31] HAVLÍČKOVÁ, K.: *Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin*. 1. vyd. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví Průhonice, 2007, 92s. ISBN 978-80-85116-00-7.
- [32] Less: obchod s dřívím [online]. [cit. 2013-12-4]. <Dostupné z: <http://www.less.cz/r22-cz-obchod-s-drivim>>.
- [33] UŠŤAK, S.: Netradiční energetické rostliny perspektivní pro pěstování v podmínkách mírného klimatického pásma. *Biom.cz* [online]. 2006, červen [cit. 2012-03-19]. Dostupné z [www](http://www.biom.cz): <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/netradicni-energeticke-rostliny-perspektivni-pro-pestovani-v-podminkach-mirneho-klimatickeho-pasma>>. ISSN: 1801-2655.
- [34] HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., WAGNER, J.: *Biomasa jako obnovitelný zdroj energie: ekonomické a energetické aspekty = Biomass as renewable source of energy: economic and energy aspects*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2005. ISBN 80-85116-38-3.
- [35] KOHOUT, P.: *Význam stromových plantáží rychle rostoucích dřevin pro krajinou tvorbu a průmyslové využití*. České Budějovice, 2007. Diplomová práce na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích Zemědělské fakultě. Vedoucí práce Ing. Ivo Celjak, CSc.
- [36] ŽILAVÝ, Peter: Pestovanie energetických drevín. *Biom.cz* [online]. 2013, červenec [cit. 2015-03-18]. Dostupné z WWW: < <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovanie-energetickych-drevin> >. ISSN: 1801-2655.
- [37] ŠÍR, M., WEGER J., VONDRKA, A.: *Klimatická účinnost porostů rychle rostoucích dřevin = Climatic efficiency of short rotation coppices in the landscape*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2009. ISBN 978-80-85116-70-0.
- [38] WEGER, J.; HAVLÍČKOVÁ, K.: *Biomasa – obnovitelný zdroj energie v krajině Průhonice*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2003. 51 s.
- [39] PRIMACK, R.: *Biologické principy ochrany přírody*. 1. vyd. Praha: Portál, 2001. 349 s. ISBN 80-7178-552-0.

- [40] HAVLÍČKOVÁ, K., KAŠPAROVÁ, L.: *Hodnocení biodiverzity v porostech rychle rostoucích dřevin = Evaluation of biodiversity in polar short rotation*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2009. ISBN 978-80-85116-70-0.
- [41] HAVLÍČKOVÁ, K., KAŠPAROVÁ, L., RUDIŠOVÁ I.: *Vliv opláštění na biodiverzitu ve výmladkové plantáži rychle rostoucích dřevin = Influence of hedges on the biodiversity of short rotation coppice of fast-growing trees*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2009. ISBN 978-80-85116-70-0.
- [42] FROUZ J., SYROVÁTKA O. *Communities of soil dwelling dipteran larvae in seminatural and drained peat meadows*. 1995. 27s.
- [43] DAUBER, J., JONES, M.B., STOUT, J.C.: The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. *GCB Bioenergy* [online]. 2010, červen [cit. 2015-01-10]. Dostupné z [www: http://www.ft.dk/samling/20101/lovforslag/l158/spm/5/svar/799252/986542.pdf](http://www.ft.dk/samling/20101/lovforslag/l158/spm/5/svar/799252/986542.pdf).
- [44] SEMERE, T., SLATER, F. M.: Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass & Bioenergy*, 2007, vol. 31, no. 1, p. 20-29. ISSN 0961-9534.
- [45] SEMERE, T., SLATER, F. M. Invertebrate populations in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass & Bioenergy*, 2007, vol. 31, no. 2, p. 30-39. ISSN 0961-9534.
- [46] BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J., ROUS, R.: Check-list of staphylinid Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the Czech Republic and the division of species according to their ecological characteristics and sensitivity to human influence. *Časopis Slezského zemského muzea Opava*, 2007b, vol. 56, p. 227-276.
- [47] NIEMELÄ, J. Carabid beetles (Coleoptera:Carabidae) and habitat fragmentation: a review. *Eur. J. Entomol.*, 2001, vol. 98, p. 127-132. ISSN 1210-5759. Dostupné z WWW: < <http://www.eje.cz/pdfs/eje/2001/02/01.pdf> >
- [48] AVGIN, S. S., LUFF, M. L. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators of human impact. *Mun. Ent. Zool.* 2010, vol. 5, no. 1, p. 209- 215. Dostupné z WWW: < <http://www.munisentzool.org/yayin/vol5/issue1/209-215.pdf> >

- [49] BOHÁČ, J., KOHOUT, P.: *Metody studia biodiverzity v porostech energetických rostlin – Půdní a epigeičtí brouci*. Průhonice: Výzkumný ústav SILVA TAROUČY pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2011 s. 85 – 96. ISBN 978-80-85116-79-3
- [50] BOHÁČ, J.: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosyst. and Envir.*, 1999a, vol. 74, p. 357-372. ISSN 0167-8809.
- [51] BOHÁČ, J.: Využití epigeických bezobratlých pro sledování změn ekosystémů a krajiny v chráněných oblastech (case study). In *Závěrečná zpráva projektu - Participativní management chráněných území – klíč k minimalizaci konfliktů mezi ochranou biodiversity a socioekonomickým rozvojem místních komunit*. [online]. 2005, [cit. 20015-02-02]. Dostupné z WWW: < <http://www.infodatasys.cz/vav2003/drabcikoviti.pdf> >.
- [52] HŮRKA, K.: *Střevlíkovití: Carabidae I*. Praha: Academia, 1992. ISBN 80-200-0430-0.
- [53] HŮRKA, K. *Carabidae České a Slovenské republiky*. Zlín: Kabourek, 1996. ISBN 80-901466-2-7.
- [54] JAHNOVÁ Z.: *Společenstva epigeických brouků plantáží rychle rostoucích bylin a okolních biotopů*. České Budějovice, 2011, 64 s., Diplomová práce na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích na Zemědělské fakultě. Vedoucí práce doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.
- [55] ŠEDIVÝ, P.: Pěstování energetických plodin na devastovaných půdách. *Biom.cz* [online]. 2008, prosinec [cit. 2012-03-10]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-energetickych-plodin-na-devastovanych-pudach>>.
- [56] Odrůdy a klony rychle rostoucích dřevin pro výmladkové plantáže RRD v České republice. [online]. [cit. 2015-03-10]. Dostupné z www: <<http://www.vukoz.cz/index.php/prodej-sadby/sadba-klony-a-odrudy>>.
- [57] KUPČÁK, V., SEBERA, J.: *Zhodnocení předpokladů a možností zvýšení produkce dříví pěstováním rychle rostoucích dřevin plantážním způsobem na zemědělských půdách a na plochách rekultivovaných po těžbě uhlí*. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta, MZLU Brno, 2005.
- [58] RRD [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupné z www: <<http://rrd-topoly.cz/pestovani/vysadba/>>.

- [59] Japonské topoly. [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <<http://www.japonsketopoly-rrd.cz/index.php/plantaz-od-a-do-z>>.
- [60] Mechanizace. *Beckov.cz* [online]. [cit. 2015-02-08]. Dostupné z [www: <http://www.beckov.cz/mechanizace>](http://www.beckov.cz/mechanizace).
- [61] Japonský topol příprava plantáže a sadba. [online]. [cit. 2015-03-25]. Dostupné z [www: <http://www.rychlerostoucitol.cz/32-priprava-plantaze-a-sadba/>](http://www.rychlerostoucitol.cz/32-priprava-plantaze-a-sadba/).
- [62] KOMORA PĚSTITELŮ BIOMASY. *Japonský topol v praxi*. 1vyd. Praha: Imprima.
- [63] Topol Beckov. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z [www: http://www.beckov.cz/sluzby](http://www.beckov.cz/sluzby)
- [64] CELJAK, Ivo. Pěstování topolů pro energetické účely – 2. *Biom.cz* [online]. 2010, srpen [cit. 2012-04-17]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-2>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-2).
- [65] *Acta environmentalica Universitatis Comenianae: Výzkum možností využití kalů z čistíren odpadních vod na plantážích rychle rostoucích dřevin*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012, roč. 2012, č. 20. ISSN 1335 – 0285.
- [66] Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z [www:<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-382#cast1 >](http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-382#cast1).
- [67] PŘÍHODA, J.: Technologie pro zpracování dendromasy - těžebních zbytků. *Biom.cz* [online]. 2008 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/technologie-pro-zpracovani-dendromasy-tezebnich-zbytku >](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/technologie-pro-zpracovani-dendromasy-tezebnich-zbytku). ISSN: 1801-2655.
- [68] SCHOLZ, V.: Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně. *Biom.cz* [online]. 2009 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z [www: < http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne#>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne#). ISSN: 1801-2655.
- [69] OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC, M.: *Technologie pro přípravu a energetické využití biomasy*. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum, 2007.
- [70] PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P. *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC PUBLIS s.r.o., 2004. ISBN 80-86534-06-5.

- [71] Bubnový štěpkovač. *Profistroje.cz* [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z [www: <http://www.profistroje.cz/bubnovy-stepkovac-jensen-jt-600_720.html>](http://www.profistroje.cz/bubnovy-stepkovac-jensen-jt-600_720.html)
- [72] STUPAVSKÝ, V., HOLÝ, T.: Dřevní štěpka - zelená, hnědá, bílá. *Biom.cz* [online]. 2010 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila) ISSN: 1801-2655.
- [73] CELJAK, I., BOHÁČ, J. Využití biomasy rychle rostoucích dřevin v energetice sídel. *Biom.cz* [online]. 2008, prosinec [cit. 2013-11-20]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-biomasy-rychle-rostoucich-drevin-v-energetice-sidel>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-biomasy-rychle-rostoucich-drevin-v-energetice-sidel).
- [74] HELLER, O.: *Zhodnocení vývoje výroby elektrické energie z biomasy*. Brno, 2008. Bakalářská práce. FEKT VUT v Brně. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Toman Ph.D.
- [75] Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy k energetickému využití na zemědělské půdě. *Vúkoz.cz* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupné z [www: <http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/pestovani>](http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/pestovani).
- [76] MERTLÍK, J., KLOUDOVÁ K. *Škodliví činitelé topolů a vrb ve výmladkových plantážích rychle rostoucích dřevin v ČR v období 2006 - 2010*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2011. ISBN 978-80-85116-89-2.
- [77] Škůdci a nemoci. *Biomasa.wz.cz* [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z [www: <http://biomasa.wz.cz/Skudci-a-nemoci.html>](http://biomasa.wz.cz/Skudci-a-nemoci.html).

11 SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČOV	Čistírna odpadních vod
GJ	Gigajoul (jednotka energie)
HPKJ	Hlavní půdně klimatická jednotka
LPIS	Systém evidence půdy
MJ	Megajoul (jednotka energie)
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OOP	Orgán ochrany přírody
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
RRD	Rychle rostoucí dřeviny
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
VÚKOZ	Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví

12 PŘÍLOHY

Příloha 1: Seznam rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny

Seznam slouží zejména jako odborný podklad pro rozhodování orgánu ochrany přírody (OOP) v souladu s podmínkami zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb., zejména pak § 5, odst. (4) Záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny a odst. (5) Záměrné rozšiřování křížence druhů rostlin.

Seznam byl vypracován odborníky VÚKOZ, v.v.i. na základě zadání MŽP v této formě poprvé v roce 2008 a je průběžně aktualizován na základě výsledků výzkumu a praxe. Žádost o posouzení a zařazení nových taxonů energetických rostlin do Seznamu podává prodejce sadby nebo pěstitel na odbor péče o krajinu (611) MŽP. Pokud v seznamu nejsou uvedeny, může být jejich pěstování zakázáno místním OOP.

Vědecké jméno dle botanické nomenklatury	České jméno	Číslo klonu	Rostliny vyžadující / nevyžadující souhlas OOP (nepůvodní druhy / původní druhy)	Podmínky, za kterých lze povolit pěstování
<i>Alcea rosea</i> L.	topolovka růžová		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	olše lepkavá		ne	
<i>Amaranthus chlorostachys</i> Willd.	laskavec zelenoklasý		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Arundo donax</i> L.	trstř rákosovitá		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	sveřep americký		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	sveřep bezbranný		ne	
<i>Cannabis sativa</i> L.	konopí seté		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Corylus avellana</i> L.	líška obecná		ne	
<i>Crambe abyssinica</i> Hochst. ex R.E.Fr.	katrán etiopský		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	jasan ztepilý		ne	4)
<i>Inula helenium</i> L.	oman pravý		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Malva verticillata</i> L.	sléz přeslenitý		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Malva verticillata</i> L. var. <i>crispa</i> L.	sléz kadeřavý		ano	Pouze mimo ZCHÚ

Vědecké jméno dle botanické nomenklatury	České jméno	Číslo klonu	Rostliny vyžadující / nevyžadující souhlas OOP (nepůvodní druhy / původní druhy)	Podmínky, za kterých lze povolit pěstování
Miscanthus × giganteus Hodk. et Renvoize (= M. sacchariflorus (Maxim.) Hack. × M. sinensis Andersson)	ozdobnice obrovská		ano	Pouze mimo ZCHÚ
Populus cf. balsamifera L.	topol (klon) P-524	P-524	ano	Pouze mimo ZCHÚ
Populus × canadensis Moench (= P. deltoides × P. nigra) syn. <i>P. × euroamericana</i> (Dode) Guinier)	topol kanadský (klon) NL-B-132b	NL-B-132b, P-264	ano	Pouze mimo ZCHÚ ¹⁾
Populus × canadensis Moench (= P. deltoides × P. nigra) syn. <i>P. × euroamericana</i> (Dode) Guinier)	topol kanadský (odrůda) AF2		ano	Pouze mimo ZCHÚ ¹⁾
Populus × generosa Henry (= P. deltoides × P. trichocarpa × P. trichocarpa)	topol vznešený (odrůda) AF8		ano	Pouze mimo ZCHÚ ¹⁾
Populus × generosa Henry × P. nigra L.	topol (odrůda) AF6		ano	Pouze mimo ZCHÚ ¹⁾
Populus × generosa Henry × P. nigra L.	topol (odrůda) Monviso		ano	Pouze mimo ZCHÚ ¹⁾
<i>Populus deltoides</i> W.Bartram ex Marshall × <i>P. trichocarpa</i> Torr. et A.Gray ex Hook. ²⁾	topol (klon) P-473	P-473	ano	Pouze mimo ZCHÚ
Populus maximowiczii Henry × P. × berolinensis K.Koch	topol (odrůda) Oxford	P-494;	ano	Pouze mimo ZCHÚ
Populus maximowiczii Henry × P.	topol (odrůda)	P-454;	ano	Pouze mimo ZCHÚ

Vědecké jméno dle botanické nomenklatury	České jméno	Číslo klonu	Rostliny vyžadující / nevyžadující souhlas OOP (nepůvodní druhy / původní druhy)	Podmínky, za kterých lze povolit pěstování
<i>trichocarpa</i> Torr. et A.Gray ex Hook.	Androscoggin			
<i>Populus maximowiczii</i> Henry × <i>P. × berolinensis</i> K.Koch	topol (klon) NE-42	P-467; NE-42	ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý	P-VUKOZ-001	ne	
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý	P-VUKOZ-002	ne	
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý	P-VUKOZ-003	ne	
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý	P-VUKOZ-004	ne	
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý	P-VUKOZ-008	ne	
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý	P-VUKOZ-009	ne	
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý	P-VUKOZ-010	ne	
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý	P-VUKOZ-011	ne	
<i>Populus nigra</i> L.	topol černý (odrůda) Průhonice		ne	
<i>Populus nigra</i> L. × <i>P. maximowiczii</i> Henry	topol (klon) J-105	J-105 (Max-4)	ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Populus nigra</i> L. × <i>P. maximowiczii</i> Henry	topol (klon) J-104	J-104 (Max-5)	ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Populus nigra</i> L. × <i>P. simonii</i> Carrière	topol Simonův (klon) P-410	P-410	ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Populus nigra</i> L. × <i>P. simonii</i> Carrière	topol Simonův (klon) P-412	P-412	ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Populus tremula</i> L.	topol osika		ne	4)
<i>Populus trichocarpa</i> Torr. et A.Gray ex Hook. ⁵⁾	topol chlupatoplodý (klon) 208	P_097	ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Populus trichocarpa</i> Torr. et A.Gray ex	topol (klon) P-468	P-468	ano	Pouze mimo ZCHÚ

Vědecké jméno dle botanické nomenklatury	České jméno	Číslo klonu	Rostliny vyžadující / nevyžadující souhlas OOP (nepůvodní druhy / původní druhy)	Podmínky, za kterých lze povolit pěstování
Hook. × P. koreana Rehder				
Rumex tianschanicus Losinsk. ex Pavlov × R. patientia L.	šťovík (odrůda) Rumex OK2		ano	Pouze mimo ZCHÚ
Salix alba L.	vrba bílá	S-457	ne	
Salix alba L.	vrba bílá	S-464	ne	
Salix alba L.	vrba bílá	S-117	ne	
Salix alba L.	vrba bílá	S-204	ne	
Salix alba L.	vrba bílá	S-456	ne	
Salix alba L.	vrba bílá	S-469	ne	
Salix alba L.	vrba bílá	S-639	ne	
Salix alba L. hybr.	vrba bílá – kříženec	S-131	ano	Pouze mimo ZCHÚ
Salix caprea L. hybr.	vrba jíva – kříženec	S-704	ano	Pouze mimo ZCHÚ
Salix caprea L. hybr.	vrba jíva – kříženec	S-705	ano	Pouze mimo ZCHÚ
Salix caprea L. hybr.	vrba jíva – kříženec	S-706	ano	Pouze mimo ZCHÚ
Salix daphnoides Vill.	vrba lýkocová	S-588	ne	
Salix daphnoides Vill.	vrba lýkocová	S-234	ne	
Salix daphnoides Vill.	vrba lýkocová	S-077	ne	
Salix fragilis L. ³⁾	vrba křehká		ne	
Salix viminalis L.	vrba košíkářská	S-310	ne	
Salix viminalis L.	vrba košíkářská	S-336	ne	
Salix viminalis L.	vrba košíkářská	S-337	ne	
Salix viminalis L.	vrba košíkářská	S-339	ne	
Salix viminalis L.	vrba košíkářská	S-699	ne	
Salix viminalis L.	vrba košíkářská	S-264	ne	
Salix viminalis L.	vrba košíkářská	S-519	ne	

Vědecké jméno dle botanické nomenklatury	České jméno	Číslo klonu	Rostliny vyžadující / nevyžadující souhlas OOP (nepůvodní druhy / původní druhy)	Podmínky, za kterých lze povolit pěstování
<i>Salix viminalis</i> L.	vrba košíkářská (odrůda) Dobkowska		ne	
<i>Salix viminalis</i> L.	vrba košíkářská (odrůda) Gabčíkovo		ne	
<i>Salix</i> × <i>rubens</i> Schrank (= <i>S. alba</i> L. × <i>S. fragilis</i> L.) ³⁾	vrba červenavá	S-195	ne	
<i>Salix</i> × <i>rubens</i> Schrank (= <i>S. alba</i> L. × <i>S. fragilis</i> L.) ³⁾	vrba červenavá	S-391	ne	
<i>Salix</i> × <i>smithiana</i> Willd. (= <i>S. caprea</i> L. × <i>S. viminalis</i> L.)	vrba Smithova	S-383	ne	
<i>Salix</i> × <i>smithiana</i> Willd. (= <i>S. caprea</i> L. × <i>S. viminalis</i> L.)	vrba Smithova	S-206	ne	
<i>Salix</i> × <i>smithiana</i> Willd. (= <i>S. caprea</i> L. × <i>S. viminalis</i> L.)	vrba Smithova	S-417	ne	
<i>Salix</i> × <i>smithiana</i> Willd. (= <i>S. caprea</i> L. × <i>S. viminalis</i> L.)	vrba Smithova	S-218	ne	
<i>Sida hermaphrodita</i> (L.) Rusby	vlákeň oboupohlavná		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Silphium perfoliatum</i> L.	mužák prorostlý		ano	Pouze mimo ZCHÚ
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	jilm horský		ne	

Legenda k indexům ve sloupci č. 1 „Vědecké jméno“ (nomenklatura)

2) Klon původně uváděn jako kříženec *P. trichocarpa* Torr. et Gray × *P. koreana* Rehd.. Dodatečně přeурčen v publikaci Čížková L. et Čížek V.: Pěstování rychle rostoucích dřevin v České republice. [In kol. autorů: Pěstování sadebního materiálu a zakládání porostů rychle rostoucích dřevin.] Sdružení lesních školkařů ČR a MZe ČR, Lesnická práce, 2006, s. 5 – 23.

3) Vrba křehká (*Salix fragilis* L.) byla podle nejnovějších taxonomických studií přehodnocena a přejmenována na *S. euxina* I.V.Belyaeva (Belyaeva, 2009) V této souvislosti je velká část tradičně určovaných jedinců a populací vrby křehké (pravděpodobně i na našem území) řazena

pod nové jméno pro hybridní taxon, *S. × fragilis* L., které nahrazuje dále nadbytečné jméno *S. × rubens* Schrank. V seznamu ponecháváme původní jméno, neboť taxonomická revize klonů vrby křehké pro energetické využití ještě neproběhla.

5) Klon dříve uváděný pod označením P-NE44B-466, příp. *Populus* 'NE-44' (*Populus maximowiczii* Henry × *P. ×berolinensis* K.Koch) byl analýzou DNA v roce 2013 identifikován jako klon *Populus* '208' (*Populus maximowiczii* Henry × *P. ×berolinensis* K.Koch)

Legenda k indexům ve sloupci č 9. „Podmínky povolení pěstování“

1) Pěstování je možné povolit pouze při dodržení maximální délky obmýtí všech jedinců v porostu 5 let (resp. do 31. 3. šestého roku pěstování) v každém sklizňovém cyklu (obmýtí), čímž dojde k zamezení nebo minimalizaci tvorby květů. Stáří jedinců je možné určit dle počtu přeslenů, příp. letokruhů na pařezu.

4) Uvedené druhy, přestože jsou v ČR autochtonní, vykazují expanzní chování v některých biotopech, kde mohou vytlačovat konkurenčně slabší druhy, které zde mohou být předmětem územní ochrany.

Legenda sloupce č. 10 „Další pěstební informace“

A – Geograficky původní druhy dřevin ČR (příp. jejich odrůdy a klony), které by bylo možné pěstovat ZCHÚ (zvláště chráněných území); doporučujeme však získat souhlas správy ZCHÚ

B – Výnosově nejlepší topoly a vrby podle dlouhodobého testování v ČR

C – Domácí dřeviny (zejm. topoly a vrby) vhodné do opláštění výmladkových plantáží RRD

D – Topoly (příp. jiné dřeviny) vhodné na suchá stanoviště a devastované půdy (např. výsypky, rekultivace)